



Escola de Camins
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports
UPC BARCELONATECH

**Estudio de la situación actual y
propuestas de mejora de
transporte del eje Alameda
Providencia de Santiago de Chile**

Trabajo realizado por:

Javier Rayo Baldellou

Dirigido por:

Javier Pablo Ainchil Lavin

Máster en:

Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Barcelona, 13 de junio de 2017

EC – Departament d'Enginyeria de la Construcció

TREBALL FINAL DE MÀSTER



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	12
2.	CONTEXTUALIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	13
3.	PROYECTO DE REFORMA URBANA <i>NUEVA ALAMEDA PROVIDENCIA</i>	17
4.	MICROSIMULACIÓN DEL EJE ALAMEDA PROVIDENCIA.....	21
4.1.	OBJETIVOS Y ALCANCES	21
4.2.	PROGRAMA UTILIZADO.....	21
5.	ENFOQUE METODOLÓGICO.....	26
6.	MODELACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	33
6.1.	GENERALIDADES.....	33
6.2.	RED VIAL	34
6.3.	CARRILES.....	40
6.4.	VELOCIDADES	40
6.5.	SEMAFORIZACIÓN	42
6.6.	TIPOLOGÍAS VEHICULARES	44
6.7.	DEFINICIÓN DE LOS ESTADOS DE TRÁFICO	49
6.8.	PARADEROS DE TRANSPORTE PÚBLICO	57
6.9.	LÍNEAS DE TRANSPORTE PÚBLICO	61
6.10.	RECORRIDOS DE TAXIS.....	70
6.11.	ITINERARIOS DE TAXIS COLECTIVOS Y BUSES INTERURBANOS	73
6.12.	INTERFERENCIA PEATONAL	76
6.13.	AJUSTES AL MODELO POR PRESENCIA DE PARADEROS.....	97
7.	PROCESO DE CALIBRACIÓN	100
7.1.	GENERALIDADES.....	100
7.2.	METODOLOGIA DE CALIBRACION	100
7.3.	VELOCIDADES DE TERRENO PARA PROCESO DE CALIBRACION.....	104
7.3.1.	Transporte Público	104
7.3.2.	Transporte Privado	109
7.4.	RESULTADOS CALIBRACIÓN.....	112
7.4.1.	Período Punta Mañana	113
7.4.2.	Período Punta Tarde.....	116
7.4.3.	Longitudes de Cola	118
8.	MODELACIÓN DE LA SITUACION BASE.....	125
8.1.	RED VIAL	125
8.2.	PROYECCIÓN DE LOS ESTADOS DE TRÁFICO	125
8.3.	LOCALIZACIÓN DE LOS PARADEROS	127
8.4.	RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO.....	130
8.5.	RESULTADO DE LAS VELOCIDADES PROMEDIO	130
9.	MODELACIÓN DE LA SITUACIÓN DE ANTEPROYECTO	135
9.1.	RED VIAL	135
9.2.	PROYECCIONES DE TRÁNSITO	136

9.3.	RERUTEOS DE TRÁNSITO	136
9.4.	SEMÁFOROS.....	149
9.4.1.	Semaforización del Tramo 1	151
9.4.2.	Semaforización del Tramo 2	157
9.4.3.	Semaforización del Tramo 3	162
9.4.4.	Semaforización del Tramo 4	167
9.5.	PARADEROS	172
9.6.	RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO	175
9.7.	RESULTADOS DE LAS VELOCIDADES PROMEDIO	180
10.	CONCLUSIÓN	189
11.	ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS	191
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	192

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N°1: ESTADOS DE TRÁFICO

ANEXO N°2: TRANSPORTE PÚBLICO

ANEXO N°3: RECORRIDOS DE BUSES INTERURBANOS Y TAXIS COLECTIVOS

ANEXO N°4: CARACTERIZACIÓN DE LOS SERVICIOS DE TAXIS

ANEXO N°5: SEMÁFOROS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 6.1	Definición Tipo Bus por Línea	46
Tabla 6.2	Características principales de los buses	47
Tabla 6.3	Características principales de los buses articulados	47
Tabla 6.4	Características principales de los Taxibuses	47
Tabla 6.5	Características principales de los vehículos livianos	48
Tabla 6.6	Características principales de los taxis colectivos	48
Tabla 6.7	Características principales de los camiones	48
Tabla 6.8	Síntesis Mediciones de Tránsito en Alameda/Las Rejas	53
Tabla 6.9	Ejemplo de aplicación factor taxi considerado en la situación Base de.....	54
Tabla 6.10	Definición de virajes en una intersección de ejemplo (Alameda / Las Rejas)	55
Tabla 6.11	Listado de paraderos considerados en la Situación actual.....	57
Tabla 6.12	Líneas introducidas en el modelo que recorren parte o la totalidad del eje e intervalo de paso en la Punta Mañana.....	62
Tabla 6.13	Líneas introducidas en el modelo que recorren parte o la totalidad del eje e intervalo de paso en la Punta Tarde	63

Tabla 6.14 Tiempos medios de parada de los servicios en los paraderos en la situación actual (Punta Mañana)	65
Tabla 6.15 Tiempos medios de parada de los servicios en los paraderos en la situación actual (Punta Tarde)	66
Tabla 6.16 Mediciones de tiempos de bloqueo peatonal.....	79
Tabla 6.17 Tiempos de bloqueo asociados a cada tipo de barrera	79
Tabla 6.18 Tiempos de bloqueo peatonal (segundos) en pasos de peatones del	80
Tabla 6.19 Tiempos de bloqueo peatonal (segundos) en pasos de peatones del	81
Tabla 6.20 Tiempos de bloqueo peatonal (segundos) en pasos de peatones del	84
Tabla 6.21 Tiempos de bloqueo peatonal (segundos) en pasos de peatones del	85
Tabla 6.22 Tiempos de bloqueo peatonal (segundos) en pasos de peatones del	88
Tabla 6.23 Tiempos de bloqueo peatonal (segundos) en pasos de peatones del	89
Tabla 6.24 Tiempos de bloqueo peatonal (segundos) en pasos de peatones del	93
Tabla 6.25 Tiempos de bloqueo peatonal (segundos) en pasos de peatones del	94
Tabla 7.1 Velocidades Observadas Transporte Público	108
Tabla 7.2 Velocidades Observadas Transporte Privado Sentido OP	110
Tabla 7.3 Velocidades Observadas Transporte Privado Sentido PO	110
Tabla 7.4 Puntos de medición de longitudes de cola	119
Tabla 7.5 Longitudes de cola medidas vs modeladas (Punta Mañana). Pistas generales	121
Tabla 7.6 Longitudes de cola medidas vs modeladas (Punta Mañana). Pistas de bus	122
Tabla 7.7 Longitudes de cola medidas vs modeladas (Punta Tarde). Pistas generales	123
Tabla 7.8 Longitudes de cola medidas vs modeladas (Punta Tarde). Pistas de bus	124
Tabla 8.1 Variaciones de tránsito esperadas en el escenario base mejorado (Punta Mañana)	125
Tabla 8.2 Paraderos relocalizados al poniente de Las Rejas. Escenario base	127
Tabla 8.3 Paraderos relocalizados del Ramal Exposición. Escenario base	128
Tabla 8.4 Listado de velocidades en el eje. Situación base Punta Mañana. Tramo 1	131
Tabla 8.5 Listado de velocidades en el eje. Situación base Punta Tarde. Tramo 1	131
Tabla 8.6 Listado de velocidades en el eje. Situación base Punta Mañana. Tramo 2	132
Tabla 8.7 Listado de velocidades en el eje. Situación base Punta Tarde. Tramo 2	132
Tabla 8.8 Listado de velocidades en el eje. Situación base Punta Mañana. Tramo 3	133
Tabla 8.9 Listado de velocidades en el eje. Situación base Punta Tarde. Tramo 3	133
Tabla 8.10 Listado de velocidades en el eje. Situación base Punta Mañana. Tramo 4	134
Tabla 8.11 Listado de velocidades en el eje. Situación base Punta Tarde. Tramo 4	134
Tabla 9.1 Variaciones de tránsito esperadas en el escenario de anteproyecto (Punta Mañana)	136
Tabla 9.2 Ejemplo de comparación de los giros entre el escenario Base y el escenario Anteproyecto	139
Tabla 9.3 Flujo reruteos Tramo 1 Punta Mañana	140
Tabla 9.4 Flujo reruteos Tramo 1 Punta Tarde	140
Tabla 9.5 Flujo reruteos Tramo 2 Punta Mañana	141
Tabla 9.6 Flujo reruteos Tramo 2 Punta Tarde	142
Tabla 9.7 Flujo reruteos Tramo 3 Punta Mañana	143
Tabla 9.8 Flujo reruteos Tramo 3 Punta Tarde	143
Tabla 9.9 Flujo reruteos Tramo 4 Punta Mañana	144
Tabla 9.10 Flujo reruteos Tramo 4 Punta Tarde	144

Tabla 9.11 Movimientos de giro a izquierda y retornos que son reruteados en la situación anteproyecto, Tramos 1 y 2.....	145
Tabla 9.12 Propuestas de tratamiento para virajes conflictivos de vehículos particulares, Tramos 3 y 4	147
Tabla 9.13 Intersecciones con creación de nueva fase semafórica, servicios que las utilizan y frecuencias de paso	150
Tabla 9.14 Tiempos de escape para los carriles de bus en el Tramo 1 Anteproyecto Punta Mañana	151
Tabla 9.15 Tiempos de escape para los carriles de bus en el Tramo 1 Anteproyecto Punta Tarde ...	154
Tabla 9.16 Tiempos de escape para los carriles bus en el Tramo 2 Anteproyecto Punta Mañana	157
Tabla 9.17 Tiempos de escape para los carriles bus en el Tramo 2 Anteproyecto Punta Tarde	159
Tabla 9.18 Tiempos de escape para los carriles bus en el Tramo 3 Anteproyecto Punta Mañana	162
Tabla 9.19 Tiempos de escape para los carriles bus en el Tramo 3 Anteproyecto Punta Tarde	164
Tabla 9.20 Tiempos de escape para los carriles bus en el Tramo 4 Anteproyecto Punta Mañana	167
Tabla 9.21 Tiempos de escape para los carriles bus en el Tramo 4 Anteproyecto Punta Tarde	169
Tabla 9.22 Listado de nuevos puntos de parada en la situación de anteproyecto	173
Tabla 9.23 Agrupaciones de paraderos donde paran los nuevos servicios expresos.....	177
Tabla 9.24 Tiempos medios de parada de los servicios en los paraderos en la situación anteproyecto Punta Mañana	178
Tabla 9.25 Tiempos medios de parada de los servicios en los paraderos en la situación anteproyecto Punta Tarde	179
Tabla 9.26 Listado de velocidades en el eje. Situación Anteproyecto Punta Mañana. Tramo 1	181
Tabla 9.27 Listado de velocidades en el eje. Situación Anteproyecto Punta Tarde. Tramo 1	181
Tabla 9.28 Listado de velocidades en el eje. Situación Anteproyecto Punta Mañana. Tramo 2	182
Tabla 9.29 Listado de velocidades en el eje. Situación Anteproyecto Punta Tarde. Tramo 2	182
Tabla 9.30 Listado de velocidades en el eje. Situación Anteproyecto Punta Mañana. Tramo 3.....	183
Tabla 9.31 Listado de velocidades en el eje. Situación Anteproyecto Punta Tarde. Tramo 3	183
Tabla 9.32 Listado de velocidades en el eje. Situación Anteproyecto Punta Mañana. Tramo 4.....	184
Tabla 9.33 Listado de velocidades en el eje. Situación Anteproyecto Punta Tarde. Tramo 4	184
Tabla 9.34 Listado de velocidades en el eje para Vehículo Particular (Punta Mañana)	185
Tabla 9.35 Listado de velocidades en el eje para Bus (Punta Mañana).....	186
Tabla 9.36 Listado de velocidades en el eje para Vehículo Particular (Punta Tarde)	187
Tabla 9.37 Listado de velocidades en el eje para Bus (Punta Tarde)	188

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Congestión en el eje Alameda Providencia de Santiago de Chile.....	14
Figura 2.2 Infraestructura de carriles bici (izquierda) y proyectos de metro y cercanías (derecha) incluidos en el Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025.....	15
Figura 2.3 Proyecto de reforma urbana a la altura de la Biblioteca Nacional	16
Figura 3.1 Delimitación del área de estudio	17
Figura 3.2 Proyecto de reforma urbana a la altura de la Estación Central	18
Figura 3.3 Imagen aérea actual del eje Alameda Providencia.....	19
Figura 3.4 Prioridad vehicular en el eje Alameda Providencia.....	20

Figura 4.1 Diagrama de flujo del modelo de cambio de pista	22
Figura 4.2 Diagrama de flujo del funcionamiento del <i>software</i> de microsimulación	24
Figura 4.3 Esquema seguido en el proceso de microsimulación.....	25
Figura 5.1. Tramos en los que se ha dividido la modelación	26
Figura 5.2 Zona de solape entre Tramos 1 y 2 en la situación actual	27
Figura 5.3 Zona de solape entre Tramos 2 y 3 en la situación actual	28
Figura 5.4 Zona de solape entre Tramos 3 y 4 en la situación actual	29
Figura 5.5 Diferencias entre trabajar con Estados de Tráfico o con Matrices O/D en Aimsun	32
Figura 6.1 Red vial actual correspondiente al Tramo 1	34
Figura 6.2 Red vial actual correspondiente al Tramo 2	35
Figura 6.3 Red vial actual correspondiente al Tramo 3	36
Figura 6.4 Red vial actual correspondiente al Tramo 3 (continuación).....	37
Figura 6.5 Red vial actual correspondiente al Tramo 4	38
Figura 6.6 Red vial actual correspondiente al Tramo 4 (continuación).....	39
Figura 6.7 Ejemplo de apertura de la pista de buses para permitir en viraje de vehículos livianos	40
Figura 6.8 Ejemplo de definición Velocidad Sección AIMSUN	41
Figura 6.9 Ejemplo de grupos semafóricos de una intersección	42
Figura 6.10 Ejemplo de información de semáforo sintetizada en anexo 5	43
Figura 6.11 Distribución de los tipos de buses circulando en el eje Alameda-Providencia.....	45
Figura 6.12 Ubicación de los puntos de medición para la elaboración de los estados de tráfico (entre Las Rejas y Ahumada)	50
Figura 6.13 Ubicación de los puntos de medición para la elaboración de los estados de tráfico (entre Ahumada y Tobalaba)	51
Figura 6.14 Flujos considerados para las intersecciones donde no se disponía de mediciones	52
Figura 6.15 Movimientos medidos en Alameda/Las Rejas	52
Figura 6.16 Comparación de una intersección entre el modelo de AIMSUN y el esquema de movimientos asociados	54
Figura 6.17 Flujos de viraje asociados a cada movimiento	56
Figura 6.18 Flujos de viraje asociados a cada movimiento	56
Figura 6.19 Ejemplo de codificación de un paradero de transporte en el modelo de microsimulación.	60
Figura 6.20 Esquema de circulación de la línea 507I en el eje	67
Figura 6.21 Identificación de las secciones de entrada y de salida de un servicio de bus	68
Figura 6.22 Ejemplo de información que caracteriza a una línea de transporte.	68
Figura 6.23 Ejemplo de selección de una línea de transporte (recorrido y puntos de parada) en el modelo de AIMSUN.....	69
Figura 6.24 Ejemplo de matriz OD utilizada para la definición de recorridos de taxi (PM, OP) (1)	71
Figura 6.25 Ejemplo de matriz OD utilizada para la definición de recorridos de taxi (PM, OP) (2)	71
Figura 6.26 Líneas de taxi colectivo en el ámbito de estudio	73
Figura 6.27 Líneas de bus interurbanos en el ámbito de estudio	74
Figura 6.28 Ratio del número de vehículos que transitan por la Alameda entre PM/PT	75
Figura 6.29 Ejemplo de colocación de barrera peatonal en intersección no semaforizada	77
Figura 6.30 Ejemplo de colocación de barrera peatonal en intersección semaforizada	77
Figura 6.31 Imagen de las observaciones realizadas para caracterizar los bloqueos peatonales	78
Figura 6.32 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 1	82

Figura 6.33 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 1 (continuación)	83
Figura 6.34 Localización barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 2.....	86
Figura 6.35 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 2 (continuación 1)	87
Figura 6.36 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 2 (continuación 2)	88
Figura 6.37 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 3.....	90
Figura 6.38 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 3 (continuación 1)	91
Figura 6.39 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 3 (continuación 2)	92
Figura 6.40 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 4.....	94
Figura 6.41 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 4 (continuación 1)	95
Figura 6.42 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 4 (continuación 2)	96
Figura 6.43 Línea con tiempo de parada asignado en Chacabuco (PA3)	98
Figura 6.44 Introducción en AIMSUN de un incidente en paradero en vía transversal de tránsito medio bajo (Bascuñán Guerrero)	99
Figura 7.1, Relación Congestión – Demora	101
Figura 7.2, Ejemplo de Comparación Velocidades Observadas vs Modelo Aimsun para un Tramo.....	102
Figura 7.3, Diagrama Proceso de Calibración de un Tramo para un período particular	103
Figura 7.4 Velocidades en bus día martes sentido PO	105
Figura 7.5 Velocidades en bus día martes sentido OP	105
Figura 7.6 Velocidades en bus día miércoles sentido PO	106
Figura 7.7 Velocidades en bus día miércoles sentido OP	106
Figura 7.8 Velocidades en bus día jueves sentido PO	107
Figura 7.9 Velocidades en bus día jueves sentido OP	107
Figura 7.10 Velocidades Vehículos Particulares en Sentido OP	111
Figura 7.11 Velocidades Vehículos Particulares en Sentido PO	111
Figura 7.12 Calibración Tramo 1 – PM	113
Figura 7.13 Calibración Tramo 2 – PM	114
Figura 7.14 Calibración Tramo 3 – PM	114
Figura 7.15 Calibración Tramo 4 – PM	115
Figura 7.16 Calibración Tramo 1 – PT	116
Figura 7.17 Calibración Tramo 2 – PT	116
Figura 7.18 Calibración Tramo 3 – PT	117
Figura 7.19 Calibración Tramo 4 – PT	117
Figura 7.20 Formación de colas en una Rama con datos medidos en terreno (ejemplo rama poniente de Alameda para flujo PO)	120
Figura 8.1 Relocalización de los paraderos al poniente de Las Rejas. Escenario base optimizado...	127
Figura 8.2 Relocalización de los paraderos del Ramal Exposición. Escenario base mejorado	128

Figura 8.3 Localización Original de los paraderos del Ramal Exposición	128
Figura 8.4 Servicios en Localización Original de los paraderos del Ramal Exposición	129
Figura 9.1 Ejemplo de reruteo en la nueva configuración del Eje Alameda-Providencia	137
Figura 9.2 Ejemplo configuración de los nuevos estados de tráfico en función de los virajes reruteados	137
Figura 9.3 Configuración de una intersección en la situación de Anteproyecto	138
Figura 9.4 Esquema de los reruteos aplicados. Tramo 1	140
Figura 9.5 Esquema de los reruteos aplicados. Tramo 2	141
Figura 9.6 Esquema de los reruteos aplicados. Tramo 3	143
Figura 9.7 Esquema de los reruteos aplicados. Tramo 4	144
Figura 9.8 Ejemplo de fase semafórica creada para el escape de buses P-S en la situación anteproyecto.....	151
Figura 9.9 Fases de verde en carriles generales, calzada sur. Anteproyecto Tramo 1 Punta Mañana.	152
Figura 9.10 Fases de verde en carriles de buses, calzada sur. Anteproyecto Tramo 1 Punta Mañana.	152
Figura 9.11 Fases de verde en carriles generales, calzada norte. Anteproyecto Tramo 1 Punta Mañana.....	153
Figura 9.12 Fases de verde en carriles de buses, calzada norte. Anteproyecto Tramo 1 Punta Mañana.	153
Figura 9.13 Fases de verde en carriles generales, calzada sur. Anteproyecto Tramo 1 Punta Tarde.	154
Figura 9.14 Fases de verde en carriles de buses, calzada sur. Anteproyecto Tramo 1 Punta Tarde.	155
Figura 9.15 Fases de verde en carriles generales, calzada norte. Anteproyecto Tramo 1 Punta Tarde.	155
Figura 9.16 Fases de verde en carriles de buses, calzada norte. Anteproyecto Tramo 1 Punta Tarde.	156
Figura 9.17 Fases de verde en los carriles generales, calzada sur. Anteproyecto Tramo 2 Punta Mañana.....	157
Figura 9.18 Fases de verde en los carriles de buses, calzada sur. Anteproyecto Tramo 2 Punta Mañana.....	158
Figura 9.19 Fases de verde en los carriles generales, calzada norte. Anteproyecto Tramo 2 Punta Mañana.....	158
Figura 9.20 Fases de verde en los carriles de buses, calzada norte. Anteproyecto Tramo 2 Punta Mañana.....	159
Figura 9.21 Fases de verde en los carriles generales, calzada sur. Anteproyecto Tramo 2 Punta Tarde.	160
Figura 9.22 Fases de verde en los carriles de buses, calzada sur. Anteproyecto Tramo 2 Punta Tarde.	160
Figura 9.23 Fases de verde en los carriles generales, calzada norte. Anteproyecto Tramo 2 Punta Tarde.	161
Figura 9.24 Fases de verde en los carriles de buses, calzada norte. Anteproyecto Tramo 2 Punta Tarde.	161

Figura 9.25 Fases de verde en los carriles generales, calzada sur. Anteproyecto Tramo 3 Punta Mañana.....	162
Figura 9.26 Fases de verde en los carriles de buses, calzada sur. Anteproyecto Tramo 3 Punta Mañana.....	163
Figura 9.27 Fases de verde en los carriles generales, calzada norte. Anteproyecto Tramo 3 Punta Mañana.....	163
Figura 9.28 Fases de verde en los carriles de buses, calzada norte. Anteproyecto Tramo 3 Punta Mañana.....	164
Figura 9.29 Fases de verde en los carriles generales, calzada sur. Anteproyecto Tramo 3 Punta Tarde.	165
Figura 9.30 Fases de verde en los carriles de buses, calzada sur. Anteproyecto Tramo 3 Punta Tarde.	165
Figura 9.31 Fases de verde en los carriles generales, calzada norte. Anteproyecto Tramo 3 Punta Tarde.	166
Figura 9.32 Fases de verde en los carriles de buses, calzada norte. Anteproyecto Tramo 3 Punta Tarde.	166
Figura 9.33 Fases de verde en los carriles generales, calzada sur. Anteproyecto Tramo 4 Punta Mañana.....	167
Figura 9.34 Fases de verde en los carriles de buses, calzada sur. Anteproyecto Tramo 4 Punta Mañana.....	168
Figura 9.35 Fases de verde en los carriles generales, calzada norte. Anteproyecto Tramo 4 Punta Mañana.....	168
Figura 9.36 Fases de verde en los carriles de buses, calzada norte. Anteproyecto Tramo 4 Punta Mañana.....	169
Figura 9.37 Fases de verde en los carriles generales, calzada sur. Anteproyecto Tramo 4 Punta Tarde.	170
Figura 9.38 Fases de verde en los carriles de buses, calzada sur. Anteproyecto Tramo 4 Punta Tarde.	170
Figura 9.39 Fases de verde en los carriles generales, calzada norte. Anteproyecto Tramo 4 Punta Tarde.	171
Figura 9.40 Fases de verde en los carriles de buses, calzada norte. Anteproyecto Tramo 4 Punta Tarde.	171
Figura 9.41 Ejemplo de nueva localización de paraderos en el modelo de AIMSUN	172
Figura 9.42 Ejemplo de línea que debe realizar viraje P-S en el que se debe crear una fase semafórica en Exposición	175
Figura 9.43 Ejemplo de reruteo en el entorno de la intersección de San Ignacio de Loyola.....	176
Figura 10.1 Síntesis Bondad de Ajuste Parámetro R² (PM)	190
Figura 10.2 Síntesis Bondad de Ajuste Parámetro R² (PT)	190



1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El presente estudio, titulado *Estudio de la situación actual y propuestas de mejora de transporte del eje Alameda-Providencia de Santiago de Chile*, tiene como objetivo principal el análisis del modelo de transporte de la avenida principal de la capital chilena dentro del proyecto de reforma urbana *Nueva Alameda Providencia*. Dicho proyecto está en su fase de diseño y propone una transformación integral a lo largo de los 12 kilómetros de longitud que recorren y atraviesan la ciudad de este a oeste. Su fin es conseguir un impacto positivo en el flujo vehicular y beneficiar a usuarios del transporte público, ciclistas y peatones. Para ello, pretende modernizar los espacios públicos del eje Alameda-Providencia, con accesos amplios y seguros, además de destacar el patrimonio a lo largo del principal eje de Santiago de Chile.

Dentro de este proyecto de reforma urbana, se aborda el replanteamiento del modelo de transporte existente en la actualidad para la nueva configuración de la avenida, en la que están previstos una serie de cambios funcionales que afectarán a su funcionamiento en materia de movilidad y transporte.

Para ello, en primer lugar se realiza un pequeño análisis y un diagnóstico de las condiciones actuales de la movilidad en la totalidad de la ciudad para contextualizar la situación global del transporte en Santiago de Chile, además de citar algunos de los proyectos contemplados en el *Plan Maestro de Transporte Santiago 2025* para entender las directrices generales y la tendencia en materia de planificación de infraestructuras de transporte de la ciudad en el futuro más próximo.

Posteriormente, se analiza un poco más en profundidad el proyecto global de reforma urbana *Nueva Alameda Providencia*, con sus impactos previstos y sus beneficios potenciales. Se hace especial énfasis en el rediseño integral del espacio público que contempla el proyecto, ya que sirve como punto de partida del replanteamiento del modelo de transporte de la avenida del que es objeto el presente estudio.

Por último, se lleva a cabo un estudio de transporte de la avenida en profundidad mediante el software *Aimsun*, programa que actúa como microsimulador de transporte desarrollado por la empresa catalana TSS (Transport Simulation Systems) y que es utilizado en todo el mundo por agencias gubernamentales, municipalidades, universidades y consultores de transporte especializados en ingeniería de tráfico y planificación de transporte. Para ello, se analizan datos procedentes de campañas de campo (de tráfico, peatones, semáforos, transporte público, etc.) realizadas para este proyecto para modelizar y calibrar la situación actual de la avenida. Posteriormente, se construye, a partir del modelo de la situación actual calibrado, un nuevo modelo con los cambios previstos en el proyecto de reforma urbana de la avenida, con el objetivo de analizar y validar el comportamiento del modelo de transporte una vez entre en servicio la nueva configuración del eje vertebral de Santiago de Chile.

2. CONTEXTUALIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Chile es un país ubicado en el extremo sudoeste de América del Sur cuya capital y ciudad más poblada es la ciudad de Santiago. Según datos de 2016, tiene una población estimada que supera ligeramente los 18 millones de habitantes y un PIB per cápita situado en el puesto número 43 a nivel mundial. Gran parte de la población se concentra en la capital del país, ya que aproximadamente 7,3 millones de personas viven en el área metropolitana de Santiago.

Administrativa y gubernamentalmente, la República de Chile está constituida como un Estado unitario, democrático y presidencialista, conformado por diversas instituciones autónomas insertas en un esquema constitucional que determina ciertas funciones y distribuye las competencias entre los órganos del Estado. La administración del Estado es funcional y territorialmente descentralizada y desconcentrada.

Territorialmente, el país está dividido desde 1978 en regiones, subdivididas en provincias y éstas en comunas. Cuenta con 15 regiones, 54 provincias y 346 comunas en total. De entre ellas, resalta la importancia que tiene la Región Metropolitana de Santiago, al ser la región más poblada y que alberga la ciudad capital del país. Está compuesta por las provincias de Chacabuco, Cordillera, Maipo, Melipilla, Santiago y Talagante, siendo la capital regional la comuna de Santiago.

En cuanto al diagnóstico de la situación actual en términos de movilidad e infraestructuras de transporte, Santiago, como otras de las grandes metrópolis del mundo, sufre ya de problemas de congestión que se hacen más complejos y prolongados a medida que aumenta el tráfico motorizado privado en la ciudad. Si bien ésta es probablemente la dificultad de movilidad más visible, existen también otras igualmente importantes. De manera general, se observa que los tiempos de viaje en Santiago muestran una tendencia creciente y esto reduce el bienestar y la calidad de vida de los ciudadanos. Debido a ello, existe una tendencia a deteriorar la confiabilidad de los tiempos de viaje (tanto en vehículo privado como en transporte público), lo que hace necesario programar holguras que reducen la eficiencia de la ciudad. Se observa también que, a pesar del progreso creciente del país, el número de fallecidos por accidentes de tráfico es elevado, en particular aquellos que involucran a los usuarios más vulnerables (peatones, ciclistas, etc.). Por otra parte, la contaminación del aire es un problema serio en la actualidad y la tendencia indica que existirá un aumento en la emisión de las fuentes móviles. El Inventario de Emisiones de la Región Metropolitana indica una tendencia de aumento de las emisiones de CO₂ de fuentes móviles en un 23% entre los años 2005 y 2010.



Figura 2.1 Congestión en el eje Alameda Providencia de Santiago de Chile

Fuente: Google Images

Además, de acuerdo con las tendencias actuales, Santiago tendrá en el año 2025 unos 2,7 millones de vehículos, más del doble de los que tenía en 2012 (la cifra se situaba en 1,3 millones), pese a que en este periodo el aumento de población será de 700.000 personas siguiendo las tendencias actuales. Este hecho creará una enorme presión sobre la infraestructura vial, especialmente en los periodos de hora punta (tanto por la mañana como por la tarde) que se dan lugar a lo largo del día. De hecho, se calcula que si los habitantes de Santiago decidiesen usar el vehículo privado para los desplazamientos habituales, los tiempos de viaje se triplicarían en el año 2025, aunque no se contempla este escenario puesto que habrá personas que decidirán usar el transporte público, mientras que otras decidirán realizar sus desplazamientos en horas donde no exista tanta congestión.

Partiendo de este análisis, el Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025 incluye una serie de inversiones programadas que aspiran a apoyar una movilidad con un carácter más sostenible, a través de proyectos de ampliación radical de carriles bici y nuevos corredores y servicios de transporte público. Se pretende estructurar el desarrollo de la ciudad en torno a los corredores de transporte público masivo expandiendo la red de Metro, introduciendo trenes suburbanos o de cercanías e introduciendo nuevas autopistas concesionadas combinando su construcción con infraestructura para transporte público. Los proyectos estructurantes se complementan con mejoras a la vialidad del transporte por buses y nuevas conexiones viales de impacto local e intermunicipal.

Entre estas inversiones, destacan un Plan que contiene más de 800 km de carriles bici y proyectos complementarios (estacionamientos de bicicletas y servicios de bicicletas públicas), dos nuevas líneas de metro, dos trenes suburbanos, dos proyectos de pre-metro y una ampliación y mejora de la red de autobuses de la ciudad, con nuevos corredores,

carriles segregados exclusivos para bus y la introducción de mejoras operacionales. Todos los proyectos han sido seleccionados por sus buenos niveles de demanda.

FIGURA 0.4: INFRAESTRUCTURA DE CICLOVÍAS PROYECTADA AL 2025

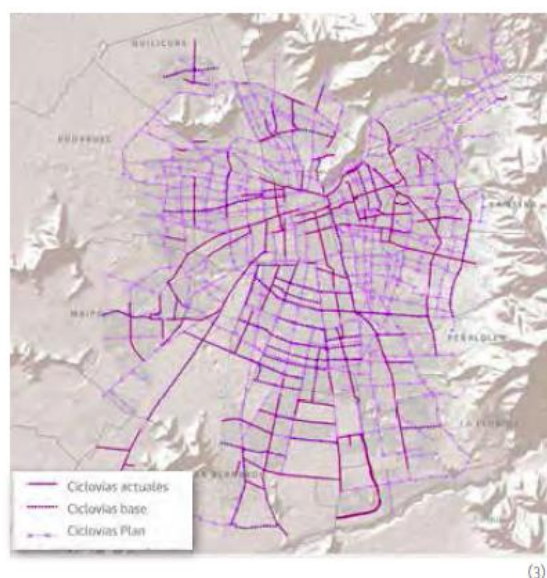


FIGURA 0.5: PROYECTOS DE METRO, TRENES Y OTRAS TECNOLOGÍAS INCLUIDOS EN EL PMTS 2025



Figura 2.2 Infraestructura de carriles bici (izquierda) y proyectos de metro y cercanías (derecha) incluidos en el Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025

Fuente: PMTS 2025

En la línea de las actuaciones previstas se sitúa el proyecto *Nueva Alameda Providencia*, que sirve como punto de partida para el estudio que se pretende desarrollar en este documento. Dicho proyecto tiene como principal objetivo la reforma integral de los espacios públicos y la infraestructura de transporte a lo largo del principal eje de la capital chilena, que impactará positivamente y beneficiará a usuarios del transporte público, ciclistas y peatones. Los cambios funcionales previstos en el proyecto de remodelación urbana afectarán al modelo de transporte existente, de manera que el objetivo del presente estudio es analizar estos cambios haciendo uso del software de microsimulación *Aimsun*.



Figura 2.3 Proyecto de reforma urbana a la altura de la Biblioteca Nacional

Fuente: Nueva Alameda Providencia

En el siguiente apartado se explica más en profundidad el proyecto de reforma urbana *Nueva Alameda Providencia* para entender la situación de partida del estudio que se va a llevar a cabo.

3. PROYECTO DE REFORMA URBANA *NUEVA ALAMEDA* *PROVIDENCIA*

El proyecto de reforma urbana *Nueva Alameda Providencia* propone un rediseño integral del espacio público y la infraestructura de transporte a lo largo de los más de 12 kilómetros que recorren el eje principal de la ciudad capital de Chile, entre la zona de Pajaritos (al oeste) y Tobalaba (al este). Ambos ejes delimitan la zona de actuación del proyecto, integrando a las comunas de Lo Prado, Estación Central, Santiago y Providencia.



Figura 3.1 Delimitación del área de estudio

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps

Nueva Alameda Providencia se ha planteado como un proyecto de recuperación urbana integral que le devuelva a la ciudadanía la preponderancia que ha perdido a causa del aumento del número de desplazamientos realizados en vehículo privado, convirtiendo esta iniciativa en la mayor intervención urbana impulsada en el país.



Figura 3.2 Proyecto de reforma urbana a la altura de la Estación Central

Fuente: Nueva Alameda Providencia

Actualmente, el proyecto está en su fase de diseño. Se espera que tenga un impacto positivo y que beneficie más de 5 millones de usuarios del transporte público, ciclistas y peatones (incluyendo a personas con discapacidades físicas, visuales y auditivas, niños y personas de la tercera edad), además de modernizar los espacios públicos, con accesos amplios y seguros, además de destacar el patrimonio a lo largo de todo el eje.

A día de hoy, el espacio público en el eje Alameda-Providencia se divide en dos calzadas (una por sentido) divididas por una mediana, cuyo ancho varía a lo largo del eje, más una acera a lado y lado de la avenida. Cada una de las calzadas está compuesta por cuatro carriles de circulación: los dos carriles más exteriores componen una plataforma reservada al transporte público (buses urbanos), a los servicios de bus interurbano y a los taxis, mientras que los carriles centrales están destinados al resto de tipologías vehiculares (coches privados, vehículos pesados, etc.).

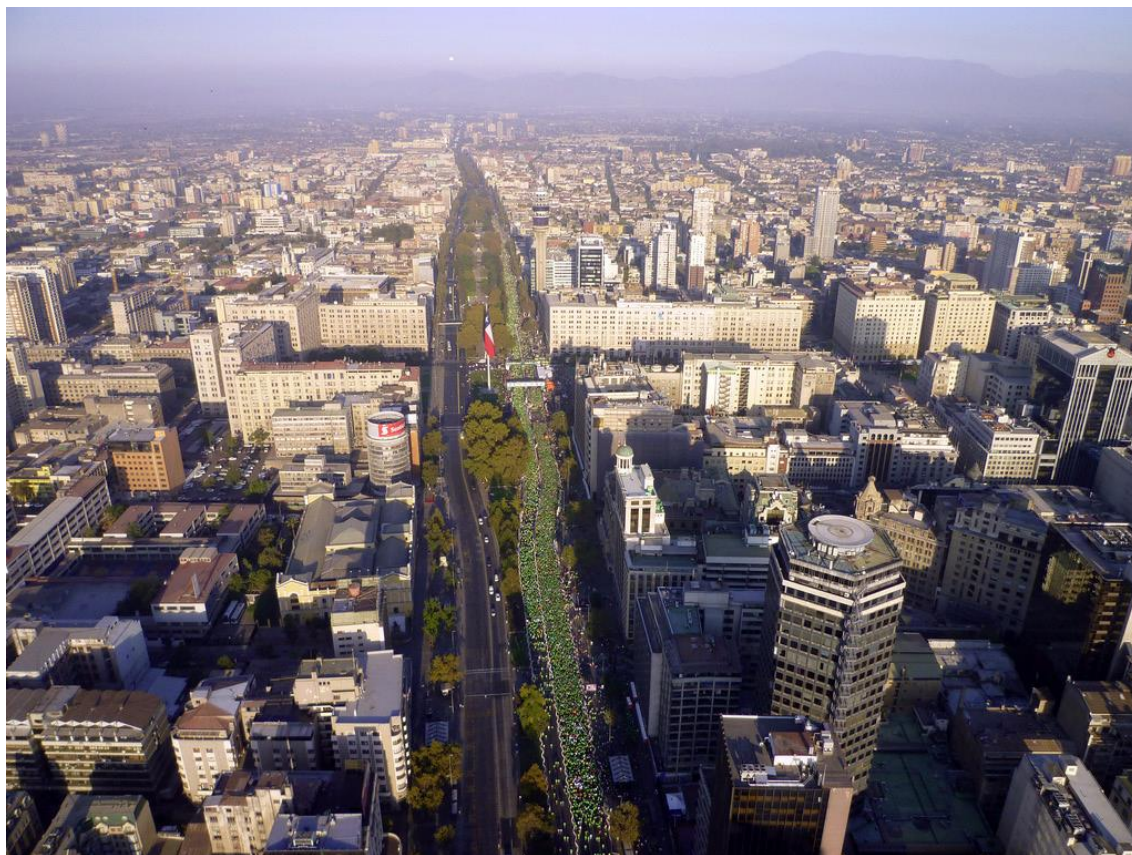


Figura 3.3 Imagen aérea actual del eje Alameda Providencia

Fuente: Nueva Alameda Providencia

Esta situación cambia con el proyecto de reforma urbana del eje, ya que el corredor reservado para los autobuses pasa a los carriles centrales. Además, dicha plataforma queda reservada única y exclusivamente para los autobuses urbanos, por lo que los servicios de taxi y buses urbanos quedan integrados en la plataforma general, junto a los vehículos privados y el tráfico pesado, que pasan a circular por los carriles exteriores.

Lo que se pretende con este cambio de disposición es mejorar la eficiencia de la movilidad en términos globales, al priorizar los modos de transporte no motorizados y el transporte público masivo por encima de los automóviles, lo que conlleva beneficios en términos económicos (limitando las externalidades producidas), sociales (fomentando la igualdad de oportunidades) y medioambiental (al disminuir las emisiones de gases contaminantes).



Figura 3.4 Prioridad vehicular en el eje Alameda Providencia

Fuente: Nueva Alameda Providencia

Dicho cambio de disposición genera la necesidad de replantear el modelo de transporte existente en la avenida. Por un lado, el paso del tráfico general de los carriles centrales a los carriles exteriores imposibilita llevar a cabo un gran número de giros a izquierda que actualmente están permitidos. Para realizar estos movimientos que se pretenden prohibir, se plantean una serie de re-ruteos de los vehículos con el fin de minimizar el número de cruces entre vehículos, lo que pretende mejorar la fluidez de la circulación en ambos sentidos del eje, tanto para vehículos privados como autobuses. Los vehículos deberán salir de la avenida en una calle cercana y atravesar transversalmente la calle donde antes giraban a la izquierda. Por otro lado, con la plataforma reservada para autobuses urbanos reubicada en los carriles centrales, surge la necesidad de crear fases semafóricas especiales de corta duración para que los autobuses tengan la posibilidad de realizar una salida o escape de la avenida con un giro a la derecha.

Estos cambios son los que se pretender estudiar para poder analizar los beneficios en materia de transporte de este proyecto de reforma urbana integral de la avenida. Para ello, a partir de las campañas de recogida de datos realizadas en campo, se ha modelizado y calibrado la situación actual de la avenida mediante el microsimulador *Aimsun* para, posteriormente, construir el modelo con los cambios previstos para poder validar el comportamiento del modelo de transporte una vez se introduzcan los cambios mencionados fruto del rediseño y la nueva distribución del espacio público en el eje Alameda-Providencia. Los modelos se han construido para los periodos del día más críticos, que se han considerado entre las 7:30 y 8:30 (hora punta mañana) y entre las 17:30 y 18:30 (hora punta tarde).

4. MICROSIMULACIÓN DEL EJE ALAMEDA PROVIDENCIA

4.1. Objetivos y Alcances

El objetivo del presente apartado es reportar cómo fueron desarrollados los modelos de microsimulación, con el propósito de analizar, verificar y optimizar los diseños geométricos y operacionales que se están realizando para el proyecto de reforma urbana *Nueva Alameda Providencia*.

4.2. Programa Utilizado

Para el desarrollo de los trabajos se ha utilizado el *software* de microsimulación AIMSUN de la empresa Transport Simulation Systems (TSS).

AIMSUN es un programa computacional de simulación de tránsito que permite simular un gran tipo de situaciones y redes con distinto grado de complejidad.

La simulación microscópica se basa en las tres etapas clásicas de este tipo de procesos: construcción del modelo, simular-calibrar-validar y análisis de resultados.

La construcción del modelo, es la primera etapa dentro del proceso de modelación. Para ello ha sido necesario construir lo que se llama el modelo de la red vial a nivel de secciones (pistas, líneas de división), intersecciones (virajes, prioridades), centroides o puntos de flujos de entrada (demanda del modelo) y equipamientos (señales, semáforos, detectores, paraderos de bus). Además se han introducido los datos de operación de la red y del transporte público como recorridos de las líneas y sus horarios, control semafórico, etc.

Una vez el modelo se encuentra construido, el proceso de calibración de éste se basa a su vez en varios sub-modelos, que rigen el comportamiento de los vehículos en la red.

Los principales submodelos que tiene en cuenta el *software* utilizado son:

- El modelo del tránsito mediante la introducción de la demanda (en base a una matriz O/D o conteos), se define un patrón de llegadas para el tránsito (exponencial, uniforme, binomial, etc.), definiendo los atributos de cada uno de los tipos de vehículos presente en el área de estudio (dimensiones, aceleración, velocidad, tiempos de reacción, distancia en paradero, etc.).

- El modelo de seguimiento de vehículos (*car following*) basado en el modelo empírico de Gipps (1981 y 1986b) que establece que la velocidad objetivo será función de la máxima velocidad deseada, la limitación de velocidad de las pistas y las limitaciones impuestas por el vehículo precedente.
- El modelo de cambio de pista (*lane changing*) basado en el modelo de cambio de pista de Gipps (1986a y 1986b) que se basa en un diagrama de decisión como el mostrado en la figura de página siguiente. Para su aplicación se definen 3 zonas durante la aproximación a un suceso, viraje, etc. en cada una de las cuales va aumentando la necesidad de realizar la maniobra según se aproxime el vehículo al objetivo.

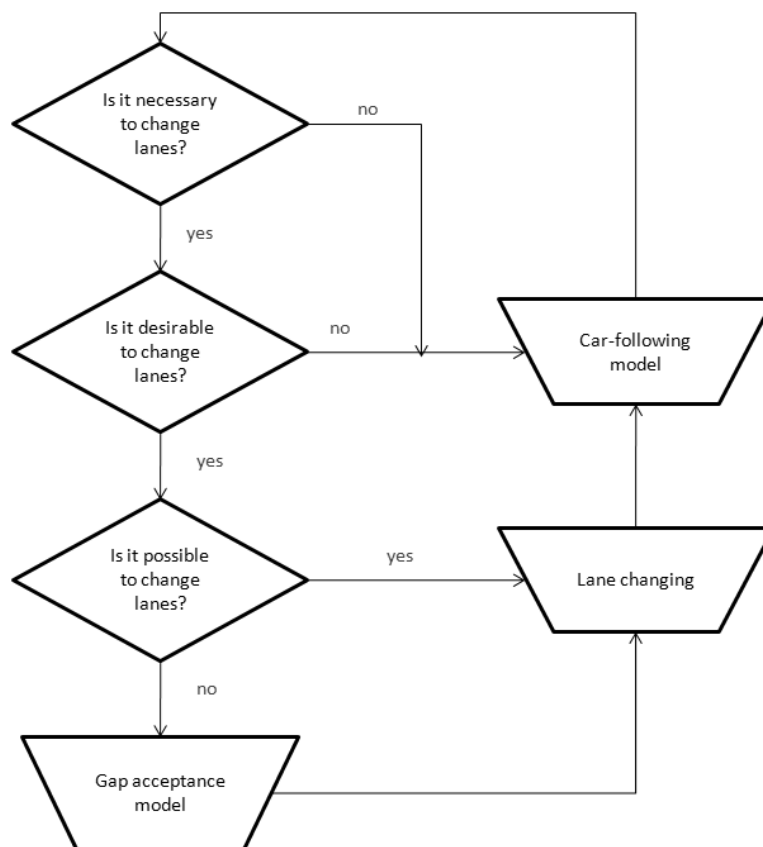


Figura 4.1 Diagrama de flujo del modelo de cambio de pista

Fuente: Manual del usuario de AIMSUN

- El modelo de aceptación de brecha (*gap acceptance*) que se basa en la regla lógica de brecha o hueco crítico para realizar una determinada maniobra.

La lógica del proceso de simulación completo en AIMSUN se muestra en la siguiente Figura.

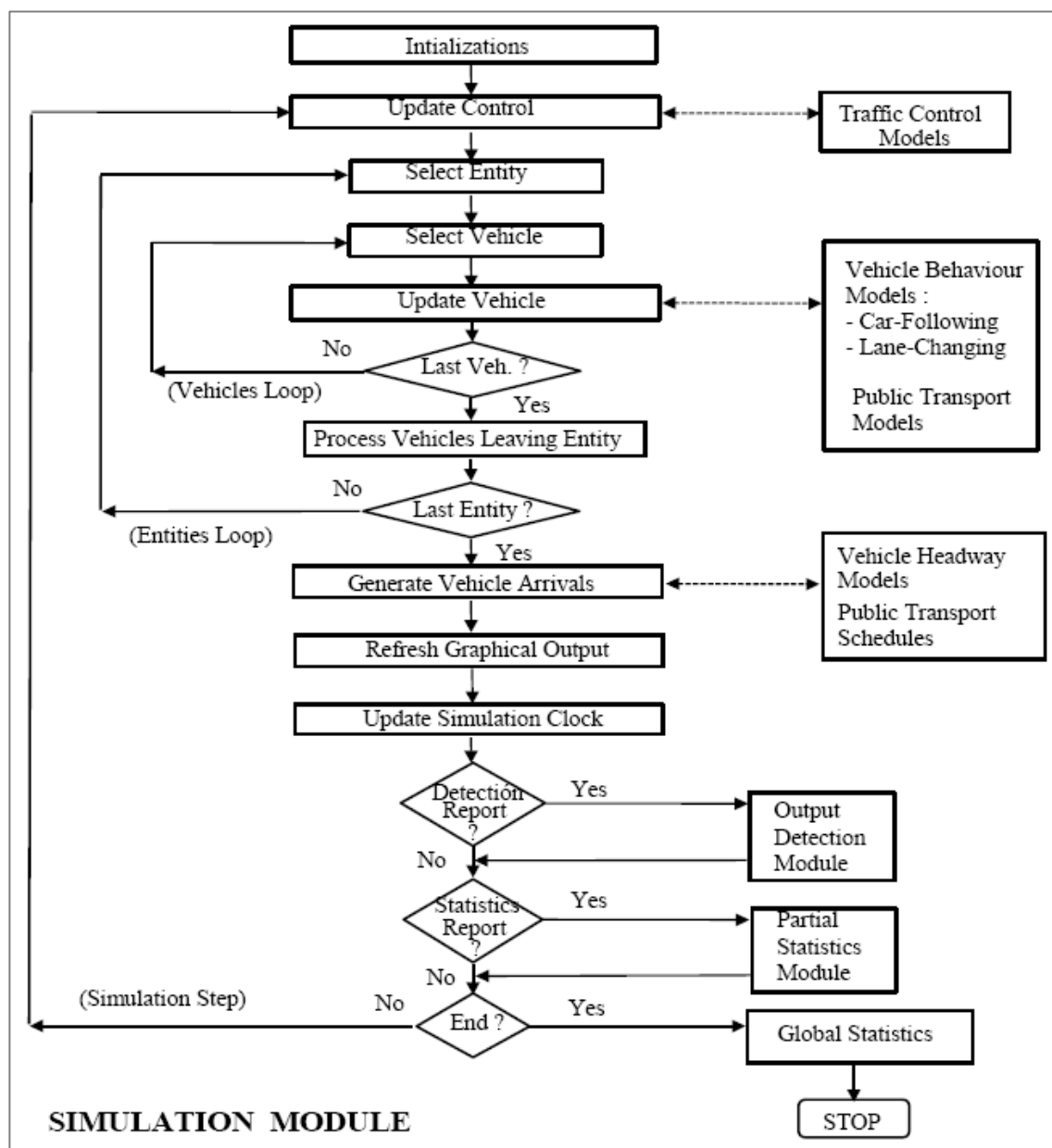


Figura 4.2 Diagrama de flujo del funcionamiento del software de microsimulación

Fuente: Manual del usuario de AIMSUN

En cada intervalo de tiempo (paso de simulación) el ciclo de simulación actualiza los eventos en base a horarios (por ejemplo, fases semafóricas, salidas de vehículos de transporte público que no dependan de otros, etc.). Esto es lo que se llama como “Update Control” en el diagrama de la Figura.

Posteriormente, se actualizan todas las entidades (secciones de vía e intersecciones) y todos los vehículos del modelo. Una vez que la última entidad ha sido actualizada, el simulador realiza las operaciones aún pendientes, como introducir nuevos vehículos, recogida de nuevos datos, etc.

Dependiendo del tipo de simulación, los vehículos nuevos se introducen en la red de acuerdo a los modelos de generación de flujo (distribuciones de intervalos, por ejemplo) en las secciones de entrada, finalizando el paso de simulación.

5. ENFOQUE METODOLÓGICO

La metodología elaborada dentro del desarrollo del proceso de microsimulación se basa en las especificaciones técnicas del producto utilizado (*software*) junto con otras tareas que se desarrollan de forma paralela dentro del proyecto que no son objeto directo del presente estudio, tal como el diseño geométrico y la modelación estratégica.

En este capítulo se procede a describir el proceso metodológico del proceso de microsimulación, que se desarrolla de forma más detallada en los siguientes capítulos.

El primer paso dentro del proceso metodológico ha sido el de la elaboración de la red y la definición de sus características.

La red se ha dividido en 4 tramos, con la existencia de ciertos tramos de solape que permiten asegurar la continuidad de flujos y del comportamiento del flujo vehicular a lo largo de toda la Alameda. La división en 4 tramos se debe a que la avenida tiene una longitud considerable (alrededor de 12 kilómetros), por lo que se ha creído conveniente esta división al estar trabajando con un simulador a nivel micro.

Los 4 tramos en los que se ha dividido la modelación son los siguientes:

- Tramo 1: Pajaritos- Estación Central
- Tramo 2: Estación Central- Santa Rosa
- Tramo 3: Santa Rosa –Miguel Claro
- Tramo 4: Miguel Claro – Tobalaba.

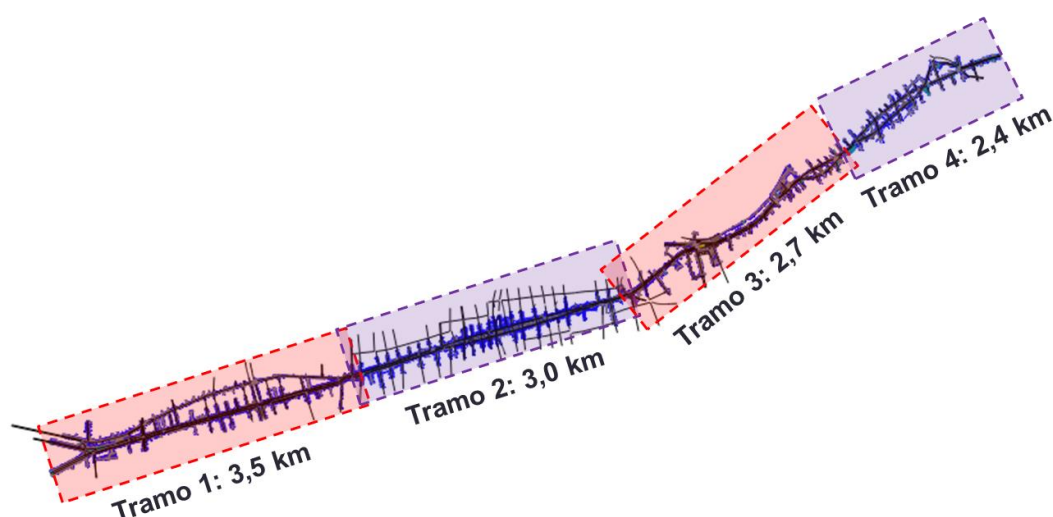


Figura 5.1. Tramos en los que se ha dividido la modelación

Fuente: Elaboración propia

Las zonas de solape entre los distintos tramos se muestran a continuación:

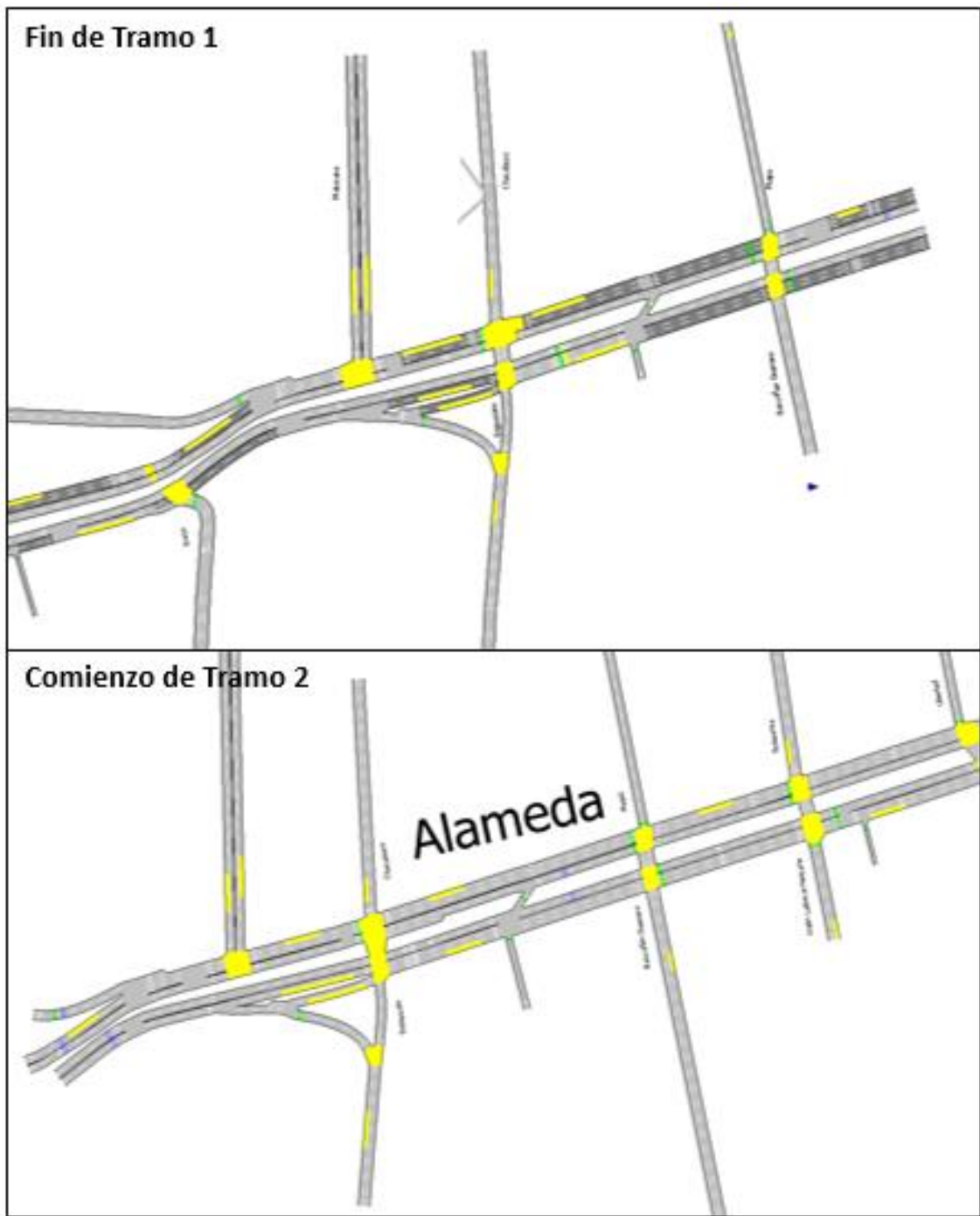


Figura 5.2 Zona de solape entre Tramos 1 y 2 en la situación actual
Fuente: Elaboración propia

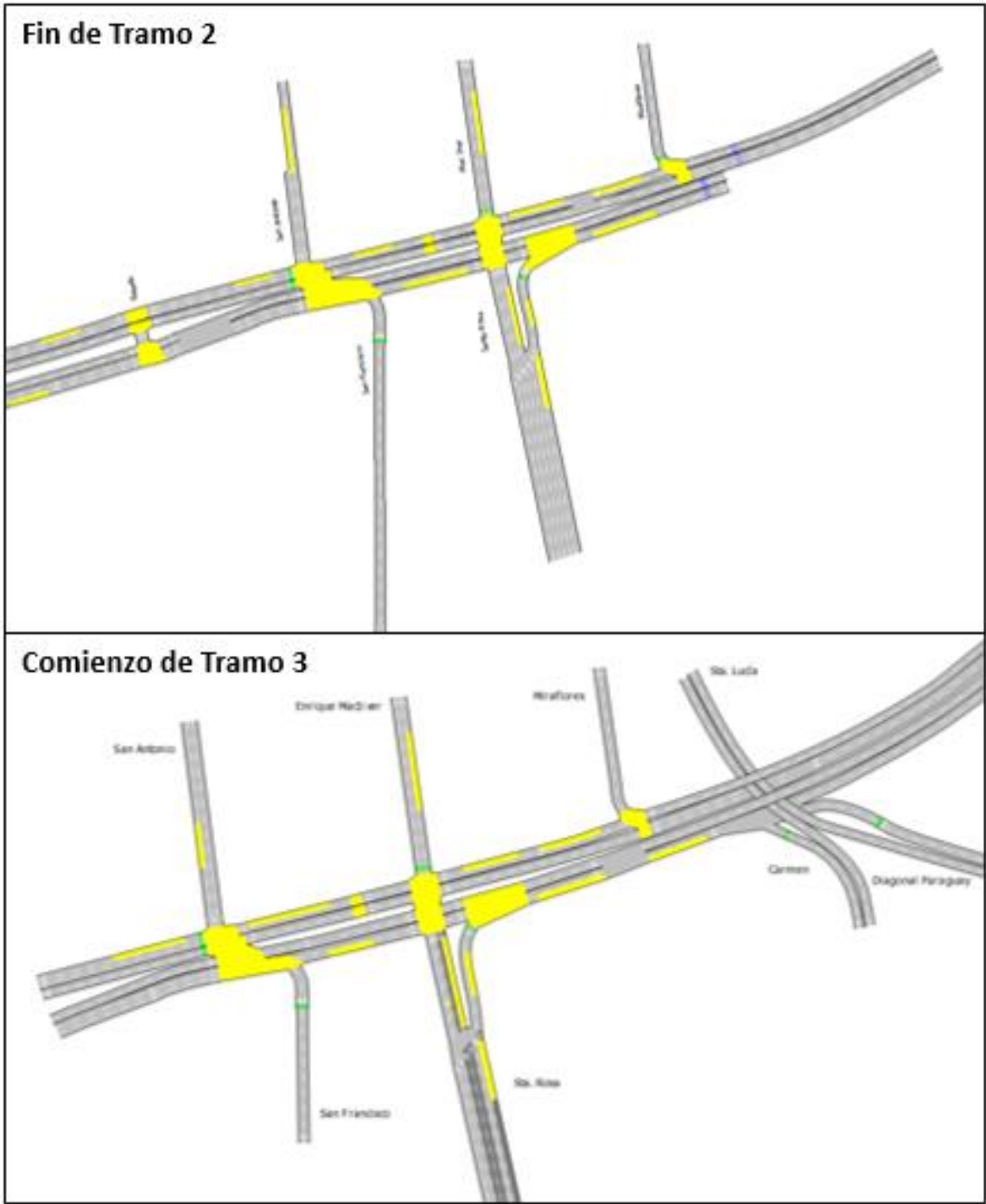


Figura 5.3 Zona de solape entre Tramos 2 y 3 en la situación actual
Fuente: Elaboración propia

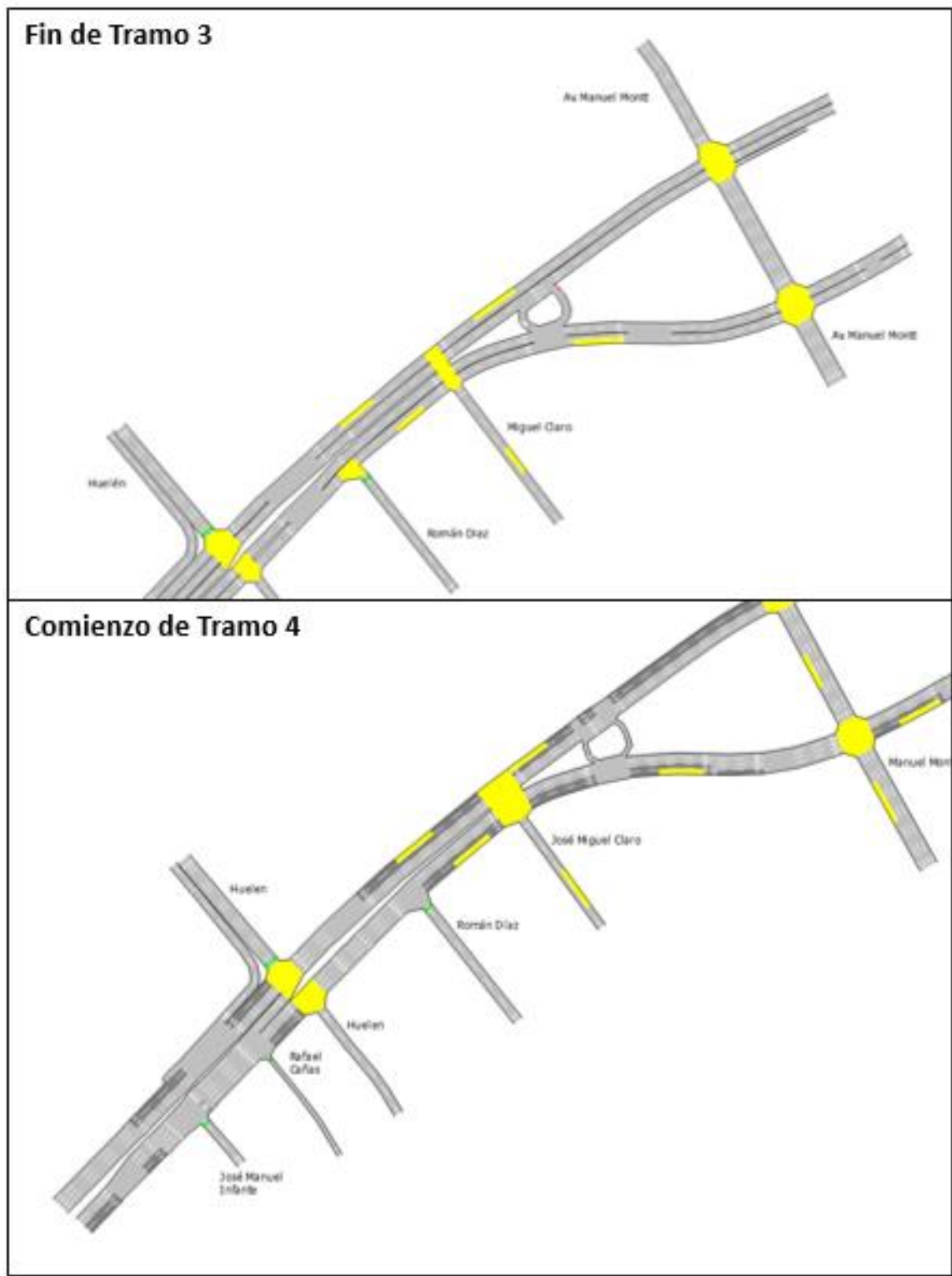


Figura 5.4 Zona de solape entre Tramos 3 y 4 en la situación actual
Fuente: Elaboración propia

A continuación se detalla, para cada uno de las zonas de solape entre los distintos tramos en los que se ha dividido la avenida, las calles e intersecciones solapadas.

- Fin de Tramo 1 y comienzo de Tramo 2: solape de las calles Matucana, Exposición, Chacabuco, Maipú y Bascuñán Guerrero. Las intersecciones solapadas corresponden a los cruces de la calle Matucana con la calzada norte de la Alameda, las calles Exposición y Chacabuco con ambas calzadas de la Alameda y a las calles Maipú y Bascuñán Guerrero con ambas calzadas de la Alameda.
- Fin de Tramo 2 y comienzo de Tramo 3: solape de las calles San Antonio, San Francisco, Santa Rosa, Enrique Maclver y Miraflores. Las intersecciones solapadas corresponden a los cruces de las calles San Francisco y San Antonio con ambas calzadas de la Alameda, las calles Santa Rosa y Enrique Maclver con ambas calzadas de la Alameda y la calle Miraflores con la calzada norte de la Alameda.
- Fin de Tramo 3 y comienzo de Tramo 4: solape de las calles Huelén, Román Díaz, José Miguel Claro y Manuel Montt. Las intersecciones solapadas corresponden a los cruces de las calles Huelén con ambas calzadas de la Alameda, la calle Román Díaz con la calzada sur de la Alameda, la calle José Miguel Claro con la calzada sur de la Alameda y la calle Manuel Montt con ambas calzadas de la Alameda.

Una vez los tramos y sus características geométricas han sido introducidos, se han incorporado los parámetros operacionales que caracterizan el modelo (planes semafóricos, plan operacional de buses) y de demanda (flujos de entrada, estados de tráfico en intersecciones y rutas fijas para determinados tipos de vehículos) en relación al periodo horario analizado, que es el de la punta de la mañana, correspondiente al periodo entre las 7.30 y las 8.30 horas. Posteriormente se ha analizado el periodo de la punta de la tarde, correspondiente al periodo entre las 17:30 y las 18:30 horas.

A partir de los modelos que representan la Situación Actual del eje (año 2016), se ha procedido a realizar la calibración de los mismos. Para ello, el indicador escogido ha sido la velocidad media medida en terreno, durante el mismo periodo que el de la simulación.

Esta validación se ha completado con un análisis de los flujos asignados frente a los reales, así como las longitudes de cola medidas en determinadas intersecciones en los periodos de tiempo considerados.

Una vez los modelos se encuentran calibrados, se ha procedido al análisis de la situación de dos escenarios futuros que se analizan en el presente estudio, que se corresponden con el de la Situación Base y la Situación Anteproyecto. La Situación Base introduce una serie de pequeños cambios respecto a la situación actual del eje en el nudo de Pajaritos y a la altura de la Estación Central, mientras que en la Situación de Anteproyecto se analiza el funcionamiento de la avenida una vez entre en servicio la totalidad de los cambios previstos en el proyecto de *Nueva Alameda Providencia*. En ambos casos las previsiones de tránsito han sido consideradas para el escenario temporal 2020.

El análisis de los escenarios temporales futuros sirve para conocer el funcionamiento del corredor desde el punto de vista operacional, y poder introducir mejoras en el diseño propuesto en fase de anteproyecto. En el caso del escenario de la base, el análisis operacional permitirá establecer una comparación entre la situación diseñada y un posible escenario base en el que las mejoras fueran mínimas.

Con este proceso metodológico se ha analizado el funcionamiento del eje en los distintos escenarios para poder validar los diseños propuestos y comparar con otros escenarios en los que las mejoras en el corredor no se implementan.

Una vez detallado todo el enfoque metodológico, se indican las principales fortalezas y debilidades de la metodología seguida para el desarrollo de los trabajos de microsimulación. Las fortalezas de la metodología son las siguientes:

- Simular la operación en el eje, considerando las características operacionales y de demanda vehicular.
- Determinar puntos críticos e iterar con el diseño geométrico, de modo de mejorar el diseño operacional propuesto.

Las debilidades de la metodología recaen en la complejidad para elaborar los estados de tráfico para una red tan grande. Esta debilidad se ha resuelto dando continuidad a los flujos a lo largo del eje y estimando porcentajes de giro donde no se disponía de dato.

A modo de aclaración se incluye a continuación una imagen que explica las diferencias entre trabajar en Aimsun con Estados de Tráfico o con Matrices O/D.

BASADO EN FLUJOS (Estados de Tráfico)	BASADO EN MATRICES
Flujos de entrada y proporciones de giro	Matrices y rutas O/D
Vehículos: <ul style="list-style-type: none">• Entran a la red por las secciones de entrada.• Se distribuyen aleatoriamente por la red de acuerdo con las proporciones de giros aplicadas.	Vehículos: <ul style="list-style-type: none">• Entran en la red por las secciones conectadas a los centroides.• Seleccionan una ruta a seguir desde su entrada al modelo y hasta el destino.• Salen del modelo por las secciones de salida conectadas a centroides.
Uso: <ul style="list-style-type: none">• Cuando utilizamos como entrada de datos la salida proporcionada por una asignación estática de tráfico.	Uso: <ul style="list-style-type: none">• Cuando existe información sobre matrices OD.

Figura 5.5 Diferencias entre trabajar con Estados de Tráfico o con Matrices O/D en Aimsun

Fuente: Elaboración propia

6. MODELACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

6.1. GENERALIDADES

Se detallan a continuación las distintas etapas desarrolladas para la elaboración y calibración del modelo:

- Creación de la red vial
- Semaforización en el eje
- Definición de tipologías vehiculares
- Definición de los estados de tráfico
- Localización de paraderos
- Definición de rutas de transporte público
- Definición de recorridos de taxis
- Definición de itinerarios de taxis colectivos y de buses interurbanos
- Reducción de capacidad en determinados virajes como consecuencia de la presencia de pasos de peatones
- Introducción de incidentes en relación a paraderos de buses de tránsito medio bajo en vías transversales

Una vez desarrolladas cada una de estas etapas, se procedió a pasar a la etapa de Calibración hasta alcanzar un grado de calibración satisfactorio. A continuación se desarrolla cada una de las etapas en los siguientes apartados.

6.2. RED VIAL

El primer proceso en la definición del modelo de microsimulación ha sido la generación de la red vial.

El ámbito de generación de dicha red ha sido el ámbito del eje de la Alameda Providencia, junto con los ejes adyacentes transversales. En algunas zonas se ha ampliado a causa de la importancia en los reruteos de flujos vehiculares previstos o para poder reproducir de forma correcta el comportamiento del eje, como por ejemplo el eje Ecuador o la interacción con algunos tramos de Merced o Andrés Bello.

Las características de la red en la situación actual se muestran a continuación.

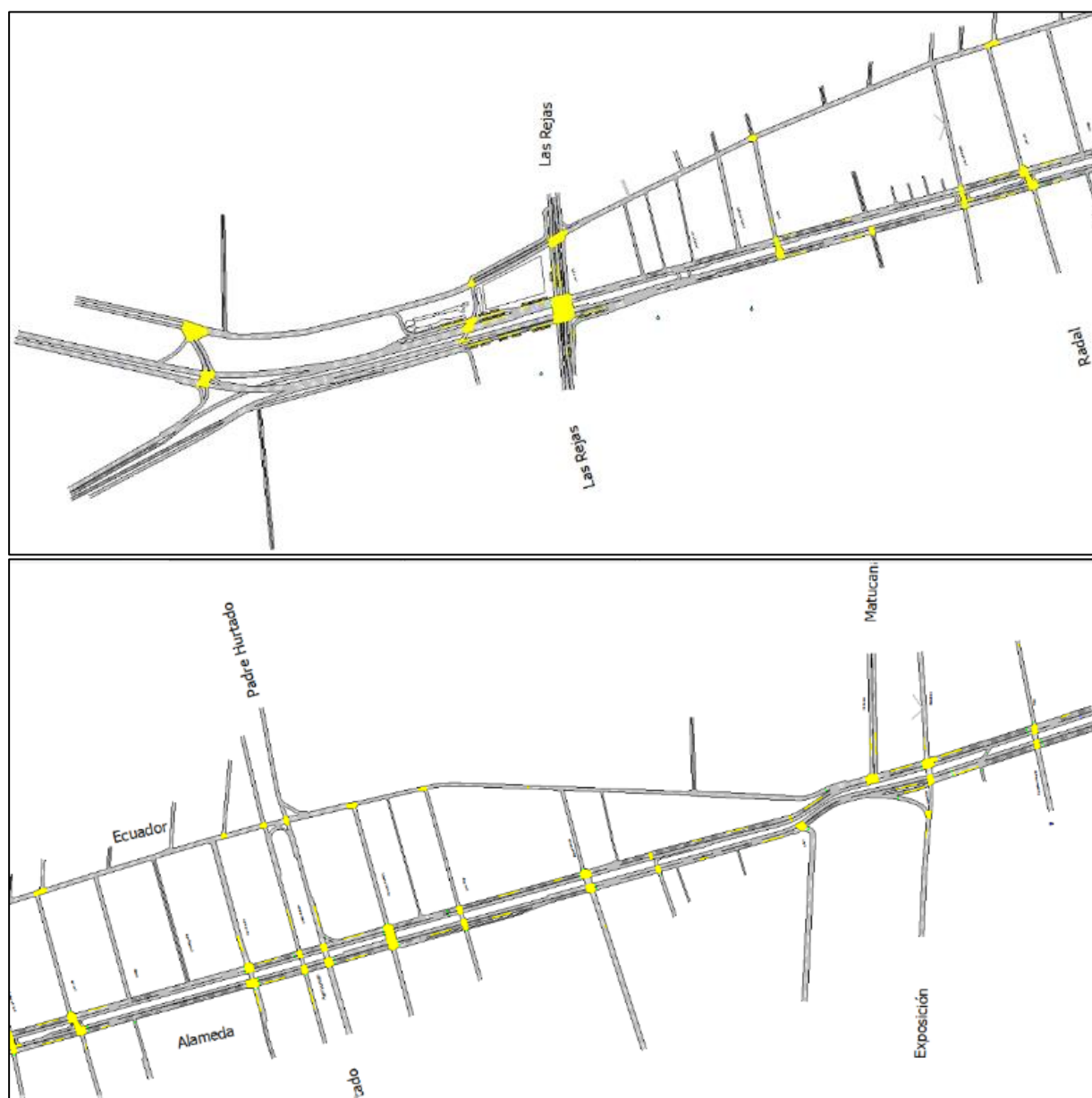


Figura 6.1 Red vial actual correspondiente al Tramo 1

Fuente: Elaboración propia

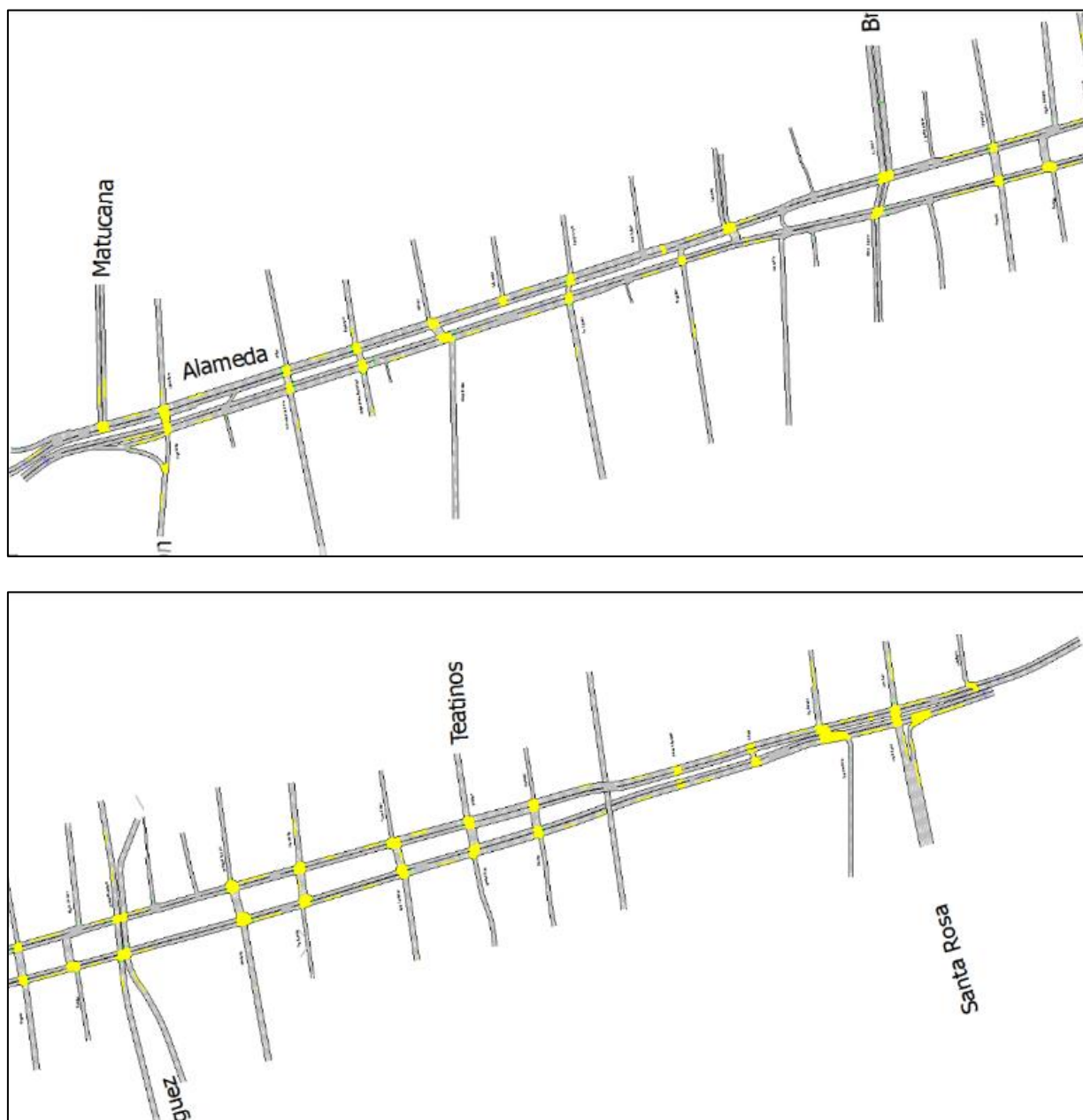


Figura 6.2 Red vial actual correspondiente al Tramo 2

Fuente: Elaboración propia



Figura 6.3 Red vial actual correspondiente al Tramo 3

Fuente: Elaboración propia

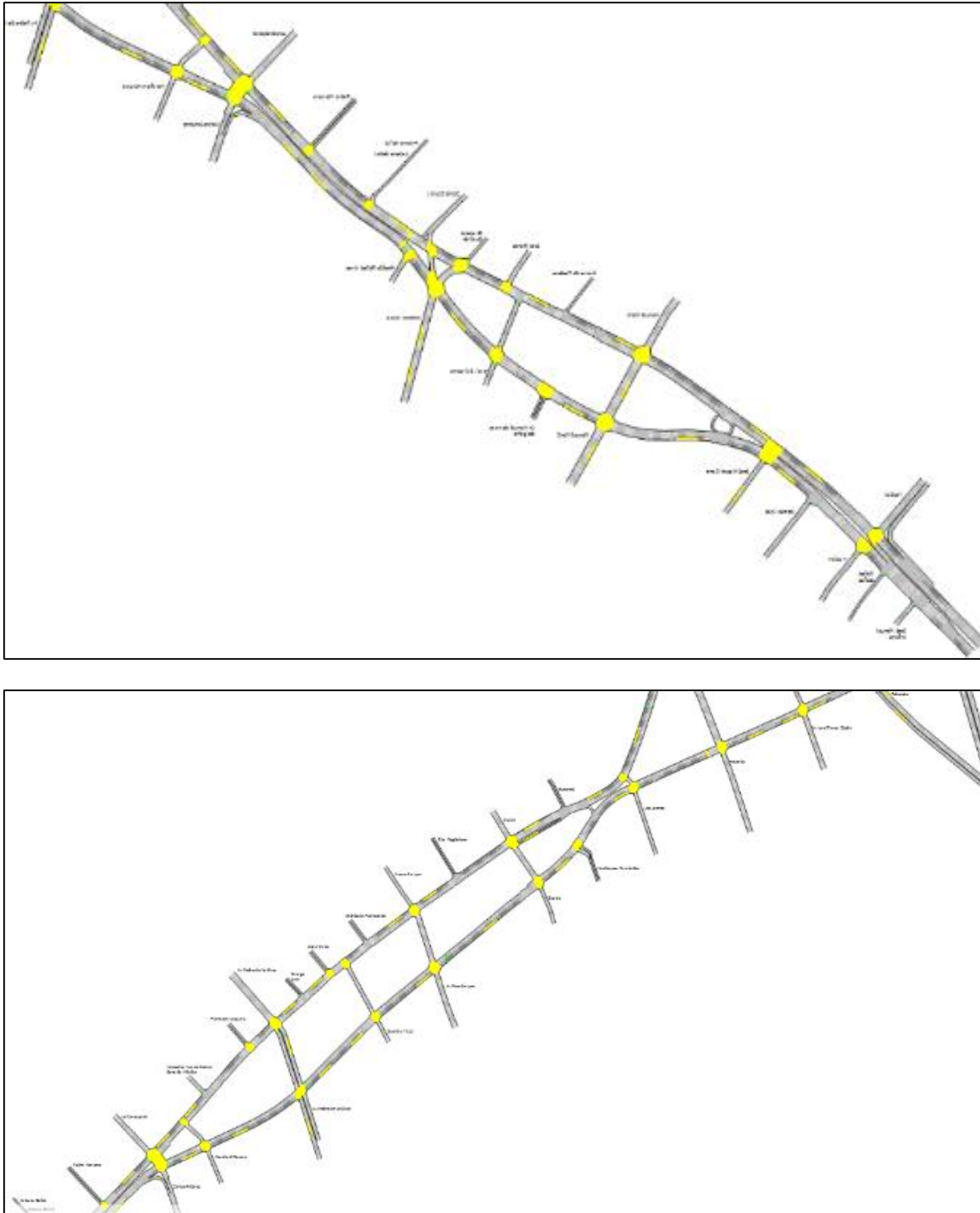


Figura 6.5 Red vial actual correspondiente al Tramo 4

Fuente: Elaboración propia

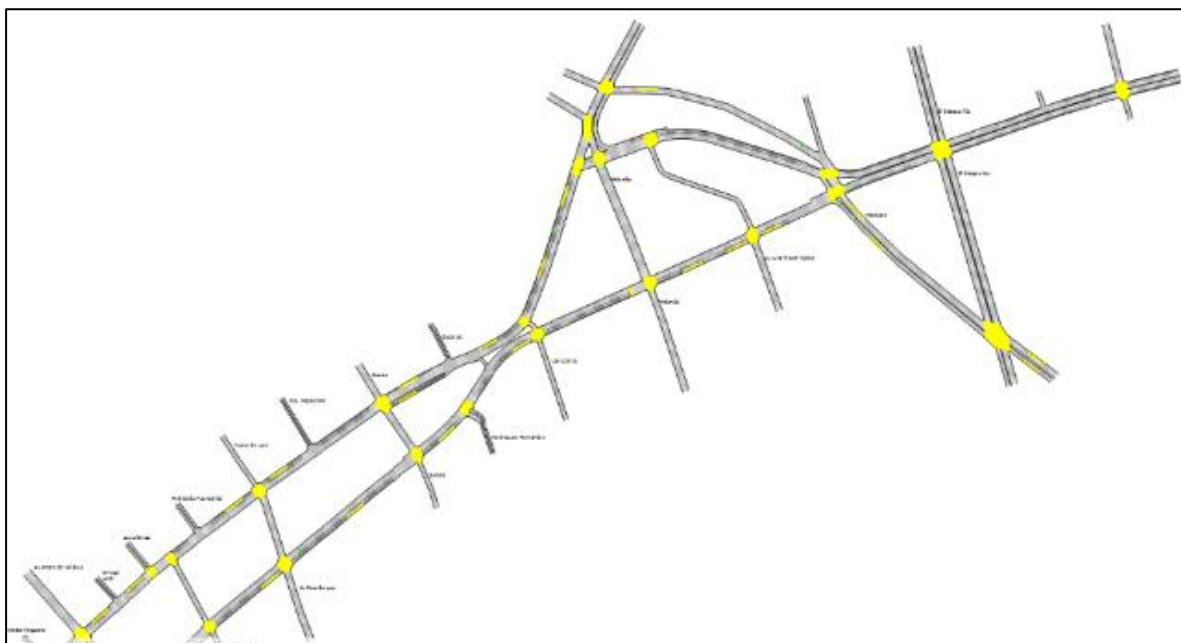


Figura 6.6 Red vial actual correspondiente al Tramo 4 (continuación)

Fuente: Elaboración propia

6.3. CARRILES

En la red vial creada en el proceso de modelación, se ha distinguido entre los carriles de uso general y los reservados para transporte público. En la situación actual el uso de las pistas supuesto es el siguiente:

- Pistas generales: vehículos particulares (ligeros y pesados) y una parte de los taxis.
- Pistas de transporte público: buses Transantiago, taxis y taxis colectivos.

En la situación actual existen tramos en que los carriles de transporte público se permite la circulación de todo tipo de vehículos para permitir giros. En este caso se ha permitido que toda clase de vehículos puedan usar estos carriles y se han creado zonas de conexión.

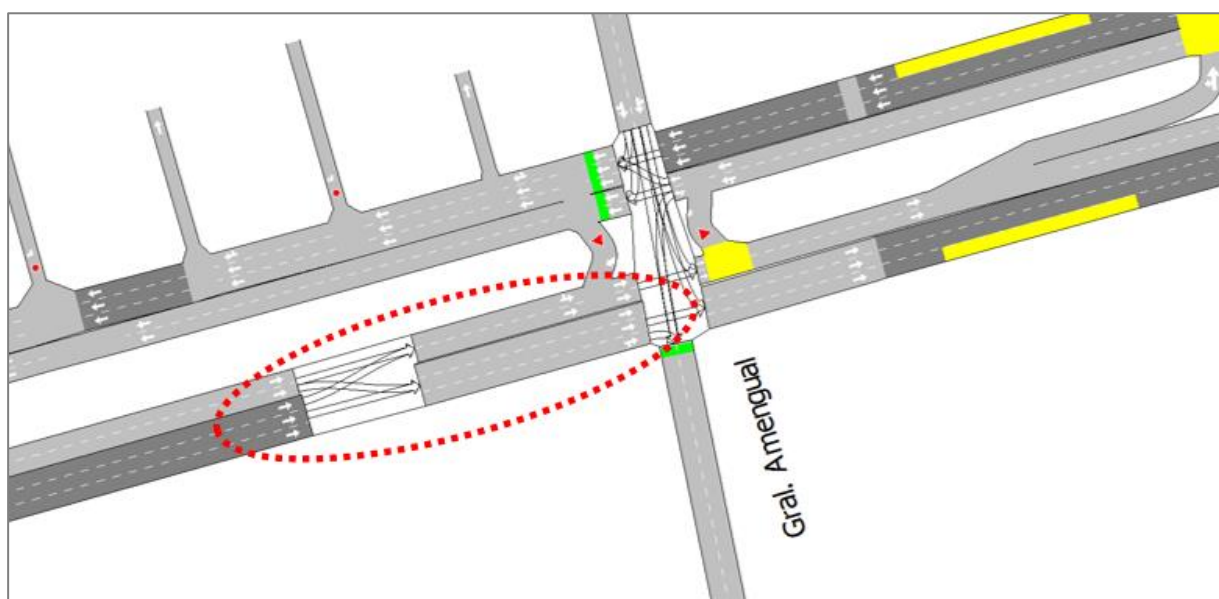


Figura 6.7 Ejemplo de apertura de la pista de buses para permitir en viraje de vehículos livianos
Fuente: Elaboración propia

Esta configuración de la vía se ha mantenido en la situación de la base, pero se ha modificado para el caso de los modelos que analizan el anteproyecto. En este caso los carriles son de uso exclusivo de buses urbanos, no permitiéndose el uso de otros tipos de vehículos (p.ej. taxis).

El número de estos carriles y la velocidad de circulación son dos características importantes para definir el comportamiento real de la red y, de esta manera, obtener un grado de calibración de la red satisfactorio. Por un lado, el número de carriles se ha definido a partir de las características geométricas y físicas existentes en la actualidad.

6.4. VELOCIDADES

Por otro lado, la velocidad de circulación se ha definido según las características operacionales reales de las vías, y se han ajustado para representar efectos como pérdidas

de capacidad, zonas con ilegalidad, detenciones ocasionales, zonas de posible retrasos en las tomas de decisiones de itinerarios, virajes con velocidad menor por condicionantes geométricos, con tal de obtener una velocidad lo suficientemente ajustada a lo observado en laos trabajos llevados a cabo en campo.

Las velocidades consideradas a lo largo del eje se han fijado en general en 50 km/hr que corresponde a la velocidad permitida en zona urbana, salvo sectores particulares.

Sección: 17209, Nombre: 2410 2420, ID Externo: 47800 (Capa: Red, Nivel: 0)

Principal

Modelos Dinámicos

Carriles

Series Temporales

Atributos

Nombre: 2410 2420

ID Externo: 47800

Tipo de Vía: 56: Signalized Street

Velocidad Máxima: 50,00 km/h

Coste Definido por el Usuario: 0,00

Segundo Coste Definido por el Usuario: 0,00

Tercer Coste Definido por el Usuario: 0,00

Capacidad: 7000,00 PCUs/h

Altitud

Inicial: 0,00 m

Final: 0,00 m

☒ Calcular intermedios

Longitud: 111.913 m

Aceptar

Cancelar

Figura 6.8 Ejemplo de definición Velocidad Sección AIMSUN

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo 5 se presentan los diagramas de fases utilizados, complementado con información de resumen solicitada en las observaciones anteriores, por ejemplo se incluye para cada tramo y período las fases semafóricas, tiempo de inicio y duración de verde:

Figura 6.10 Ejemplo de información de semáforo sintetizada en anexo 5

Tabla 1.1 Semaforización del tramo 1. Situación actual (Punta Mañana)							
Tramo	Cruce	Intersección	Tiempo ciclo	Fase	Tiempo Inicio	Duración	Operación
1	J008161	LAS REJAS - ALAMEDA	120	1	95	28	LAS REJAS
				2	8	82	ALAMEDA
1	J008171	RADAL - ALAMEDA	120	1	117	18	RADAL
				2	20	73	ALAMEDA
				3	98	14	VIRAJES O-S / P-N
1	J008183	GRAL. AMENGUAL - ALAMEDA	120	1	7	15	GRAL. AMENGUAL
				2	27	95	ALAMEDA
				3	-	-	
1	J008221	CONCON - ALAMEDA	120	1	118	29	CONCON
				2	32	38	ALAMEDA
				3	75	38	ALAMEDA PONIENTE Y VIRAJE P-N
1	J030421	TORO MAZOTE - ALAMEDA	120	1	71	29	TORO MAZOTE
				2	104	82	ALAMEDA

Se ha complementado la información y en Anexos se representa con figuras los tiempos de inicio y tiempo de verde de los movimientos directos de Alameda, Providencia y Nueva Providencia. Es necesario destacar que la información detallada también se puede revisar en el mismo modelo, pero esas figuras permiten comprobar la información base general, por lo cual obviamente no se reportan fases especiales.

Para las intersecciones no semaforizadas, se definió en el modelo la prioridad mediante “STOP” o “CEDA EL PASO” de forma consistente con lo existente, para lo cual se empleó la información de Google Earth.

6.6. TIPOLOGÍAS VEHICULARES

Una vez definidas las características de la red vial, se han definido las características de las distintas tipologías vehiculares, que se mantienen tanto en el escenario actual como en los futuros.

Estas categorías son:

- Vehículos livianos
- Taxi
- Taxi colectivo
- Bus Urbano
- Bus Urbano articulado
- Taxibus
- Bus Interurbano
- Camión

Adicionalmente, para lograr un escenario de modelación consistente con la realidad local, se procedió a utilizar parámetros físicos y de comportamiento representativos de la realidad chilena, los que se obtuvieron a partir del documento “Análisis Comparativo de Metodologías de Modelación de Nivel Táctico”, Sectra 2014.

Para el caso de la categoría vehicular Taxi, se utiliza la misma tipología que la definida por Sectra para los Taxis colectivos ya que se considera que el comportamiento es similar.

Para el caso de los buses urbanos, estos se pueden agrupar en tres tipos de vehículos según su capacidad:

- Bus tipo A: capacidad de 42 pasajeros (8,5 metros)
- Bus tipo B: capacidad de 80 pasajeros (12 metros)
- Bus tipo C: capacidad de 160 pasajeros (18 metros)

Considerando la distribución porcentual del tipo de buses que circulan en el eje, es necesario indicar que la mayoría es de Tipo B (57%), alrededor de un 41% de los buses son articulados Tipo C, y sólo un 2% son de Tipo A.

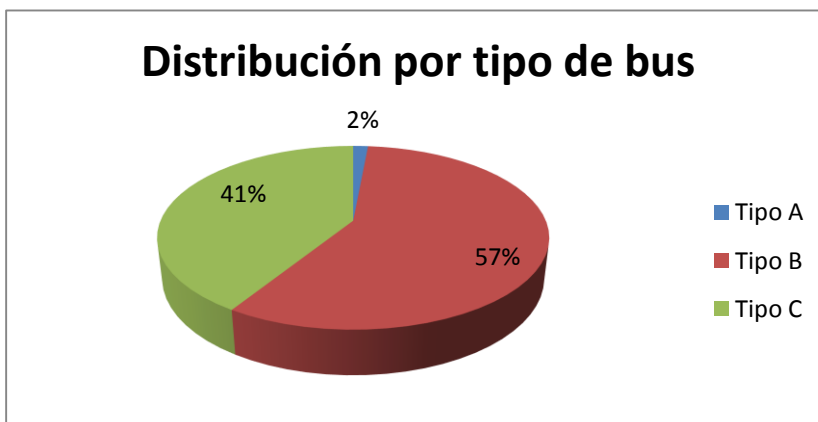


Figura 6.11 Distribución de los tipos de buses circulando en el eje Alameda-Providencia

Fuente: Elaboración propia

Dada esta composición, se planteó como opción utilizar para la tipología de Bus Urbano la media ponderada de la longitud: 14,4 metros con una desviación de 3,6 metros. Dado que en la realidad no existen buses de 14,4 metros y que lo que se pretende representar es un porcentaje (57%) de buses con longitud 12 metros, un porcentaje (41%) con buses de longitud 18 metros, y un porcentaje (2%) con buses de longitud 8,5 metros, se ha descartado esta opción. De esta forma, para ajustar el comportamiento de los buses urbanos lo más posible a la realidad y no triplicar las líneas de transporte público en los modelos de microsimulación, se ha optado por la alternativa de representar unas líneas de transporte público con buses de 12 metros (categoría Bus Urbano), otras líneas con buses articulados de 18 metros (categoría Bus Urbano articulado), y otras líneas con buses de 8,5 metros (categoría Bus Urbano Micro), de forma tal que se ajusten los porcentajes de cada tipología de bus. Esto permite que el modelo represente de forma ajustada lo que ocurre en la realidad. Para el caso de la categoría vehicular Bus Urbano Micro se utiliza la categoría definida por Sectra para los Taxibuses.

A continuación se presenta la asimilación de tipo de bus por línea con el objetivo de representar la presencia de estos tipos de vehículos de transporte público en el eje.

Tabla 6.1 Definición Tipo Bus por Línea

Línea	Buses 18m	Bus 12m	Bus 8m
106R		x	
401I	x		
401R	x		
405I	x		
405R	x		
406I		x	
406R		x	
407I	x		
407R	x		
412I		x	
412R		x	
418I	x		
418R	x		
421I	x		
421R	x		
426I	x		
426R	x		
427I	x		
427R	x		
210I	x		
210R	x		
210vI	x		
210vR	x		
221eI	x		
221eR	x		
345I		x	
385I	x		
385R	x		
404I	x		
404R	x		
419I	x		
419R	x		
422R		x	
423I	x		
423R	x		
424I	x		
424R	x		
513R		x	
516R		x	
106I		x	
109I		x	
109NR		x	
109R		x	
313eR		x	
345R		x	
346NI		x	
346NR		x	
401NI		x	
401NR		x	
422I		x	
507I	x		
507R	x		
510I	x		
510R	x		
511I	x		
511R	x		
513I		x	
516I		x	
B26I		x	
B26R		x	
I08NI		x	
I08NR		x	
I09eI		x	
I09eR		x	
I09I		x	
I09R		x	
I10NI		x	
I10NR		x	
I10R		x	
I14I		x	
I14R		x	
I17I			x
I17R			x
I18I		x	
J02R		x	
J05I		x	
J10I		x	
J10R		x	
J13I		x	
J13R		x	

Línea	Buses 18m	Bus 12m	Bus 8m
J16R		x	
101cl		x	
101cR		x	
101I	x		
101R	x		
102I	x		
102R	x		
105I		x	
105R		x	
107I	x		
107R	x		
120I		x	
120R		x	
218eI		x	
404cl	x		
404cR	x		
413cl		x	
413cR		x	
416eI		x	
417eI		x	
431cl		x	
431cR		x	
I03cl		x	
I03I		x	
I03R		x	
I04I		x	
I08cl		x	
I08I		x	
I08R		x	
I09cl		x	
I09cR		x	
I10I		x	
I13I		x	
I16I		x	
I16R		x	
J02I		x	
J11R		x	
J12R		x	
116R		x	
125I		x	
125R		x	
203eI	x		
203eR	x		
203I	x		
203R	x		
204eI		x	
204I		x	
205eI	x		
205I	x		
206eI		x	
206eR		x	
206I		x	
206R		x	
207eI	x		
207eR	x		
208I		x	
208R		x	
209eI		x	
209I		x	
214I		x	
214R		x	
226I		x	
226R		x	
303I			x
303R			x
307eI		x	
307I		x	
314eI		x	
314I		x	
315eI		x	
403R		x	
518I		x	
518R		x	
519eI		x	
519eR		x	
113eI		x	
113eR		x	
113I		x	
115I		x	
119I	x		

Línea	Buses 18m	Bus 12m	Bus 8m
201eI	x		
201eR	x		
201I		x	
201R		x	
217eI	x		
217eR	x		
222eI	x		
222eR	x		
223I		x	
223R		x	
229I		x	
230I	x		
230R	x		
261eI		x	
261eR		x	
301eI		x	
301I	x		
301R	x		
302eI	x		
302eR	x		
302I		x	
302NI		x	
302NR		x	
302R		x	
403I		x	
509I	x		
509R	x		
514R		x	
515NR		x	
B02NR		x	
F30NI		x	
F30NR		x	
J03I		x	
405cl	x		
405cR	x		
410R		x	
503R		x	
517R		x	
213eI		x	
213eR		x	
307eR		x	
314eR		x	
315eR		x	
502cl		x	
504I		x	
504R		x	
505R		x	
508I		x	
508R		x	
514cR		x	
103I		x	
103R		x	
104R		x	
114I		x	
114R		x	
117cl		x	
117I		x	
117R		x	
126R		x	
411I		x	
429cl		x	
429I	x		
429R	x		
430I		x	
430R		x	
C04R			x
C06I			x
C10eI		x	
C10eR		x	
D09I		x	
212I	x		
218eR	x		
503I		x	
505I		x	
514I		x	
517I		x	
119R	x		
121I		x	
121R		x	

A continuación se presenta las características de los tres tipos de buses de transporte público, procedentes del documento “Análisis Comparativo de Metodologías de Modelación de Nivel Táctico, Sectra 2014. Para el caso de la categoría vehicular de Bus Interurbano, se utilizó la misma tipología que la definida por Sectra para los Buses de 12 metros.

Tabla 6.2 Características principales de los buses

Nombre	Media	Desviación	Mín.	Máx.	Unidad
Largo	12,0	0	12,0	12,0	m
Ancho	2,5	0	2,5	2,5	m
Velocidad máxima deseada	70,0	10,0	60,0	80,0	Km/h
Aceleración máxima	1,2	0,3	1,0	1,8	m/s ²
Desaceleración normal	2,5	0,8	1,8	4,5	m/s ²
Desaceleración máxima	4,5	1,0	4,0	5,0	m/s ²
Aceptación de velocidad	0,85	0,2	0,7	1,0	
Distancia mínima entre vehículos	1,6	0,7	1,0	4,0	m

Fuente: Análisis Comparativo de Metodologías de Modelación de Nivel Táctico, Sectra 2014

Tabla 6.3 Características principales de los buses articulados

Nombre	Media	Desviación	Mín.	Máx.	Unidad
Largo	18,0	0	18,0	18,0	m
Ancho	2,5	0	2,5	2,5	m
Velocidad máxima deseada	65,0	10,0	60,0	70,0	Km/h
Aceleración máxima	1,0	0,2	0,7	1,6	m/s ²
Desaceleración normal	2,5	0,8	1,8	4,5	m/s ²
Desaceleración máxima	4,5	1,0	4,0	5,0	m/s ²
Aceptación de velocidad	0,85	0,2	0,7	1,0	
Distancia mínima entre vehículos	1,6	0,7	1,0	4,0	m

Fuente: Análisis Comparativo de Metodologías de Modelación de Nivel Táctico, Sectra 2014

Tabla 6.4 Características principales de los Taxibuses

Nombre	Media	Desviación	Mín.	Máx.	Unidad
Largo	8,5	0,5	8,0	9,0	m
Ancho	2,3	0	2,3	2,3	m
Velocidad máxima deseada	75,0	10,0	70,0	85,0	Km/h
Aceleración máxima	1,5	0,3	1,2	2,0	m/s ²
Desaceleración normal	2,5	0,8	1,8	5	m/s ²
Desaceleración máxima	5	1,0	4,5	6	m/s ²
Aceptación de velocidad	0,9	0,2	0,8	1,1	
Distancia mínima entre vehículos	1,6	0,7	1,0	3,0	m

Fuente: Análisis Comparativo de Metodologías de Modelación de Nivel Táctico, Sectra 2014

Para el resto de casos: Vehículos livianos, Taxi colectivo y Camión se aplican los parámetros físicos y de comportamiento procedentes del documento “Análisis Comparativo de Metodologías de Modelación de Nivel Táctico, Sectra 2014.

Las características principales de cada categoría se muestran en las figuras a continuación.

Tabla 6.5 Características principales de los vehículos livianos

Nombre	Media	Desviación	Mín.	Máx.	Unidad
Largo	4,5	0,5	3,6	5,1	m
Ancho	1,7	0,08	1,6	1,85	m
Máxima velocidad deseada	90,0	20,0	70,0	110,0	Km/h
Aceleración máxima	2,5	0,25	2,1	3,1	m/s ²
Desaceleración normal	3,5	0,5	2,7	4,5	m/s ²
Desaceleración máxima	5,5	0,5	4,5	6,5	m/s ²
Aceptación de velocidad	1,0	0,15	0,73	1,24	
Distancia mínima entre vehículos	1,7	0,87	0,5	3,0	m

Fuente: Análisis Comparativo de Metodologías de Modelación de Nivel Táctico, Sectra 2014

Tabla 6.6 Características principales de los taxis colectivos

Nombre	Media	Desviación	Mín.	Máx.	Unidad
Largo	4,5	0,1	4,4	4,6	m
Ancho	1,75	0,05	1,7	1,8	m
Máxima velocidad deseada	85,0	15,0	70,0	100,0	Km/h
Aceleración máxima	2,5	0,1	2,3	2,6	m/s ²
Desaceleración normal	3,5	0,2	3,2	4,2	m/s ²
Desaceleración máxima	5,5	0,2	5,2	5,8	m/s ²
Aceptación de velocidad	1,0	0,15	0,73	1,24	
Distancia mínima entre vehículos	1,7	0,87	0,5	3,0	m

Fuente: Análisis Comparativo de Metodologías de Modelación de Nivel Táctico, Sectra 2014

Tabla 6.7 Características principales de los camiones

Nombre	Media	Desviación	Mín.	Máx.	Unidad
Largo	8,0	2	7,0	10,0	m
Ancho	2,1	0,1	1,9	2,3	m
Velocidad máxima deseada	75,0	10,0	70,0	85,0	Km/h
Aceleración máxima	1,3	0,3	0,8	1,6	m/s ²
Desaceleración normal	2,5	0,8	1,8	4,5	m/s ²
Desaceleración máxima	4,5	1,0	4,0	5,5	m/s ²
Aceptación de velocidad	0,9	0,2	0,8	1,1	
Distancia mínima entre vehículos	1,6	0,7	1,0	3,00	m

Fuente: Análisis Comparativo de Metodologías de Modelación de Nivel Táctico, Sectra 2014

6.7. DEFINICIÓN DE LOS ESTADOS DE TRÁFICO

El proceso de asignación seguido en la modelación micro se ha realizado a partir de la definición de Estados de Tráfico en el modelo. Este concepto ha obligado a definir en cada arco de entrada un flujo vehicular y en los puntos de toma de decisión (intersecciones o aperturas de pista) un porcentaje de giro o cambio de carril.

La configuración de los estados de tráfico se ha hecho a partir de las mediciones existentes procedentes de varias fuentes, así como a partir de los datos de conteos realizados especialmente para el proyecto de *Nueva Alameda Providencia*.

La ubicación de los puntos de mediciones de tránsito aplicadas a la red de microsimulación, se muestra en las siguientes figuras.

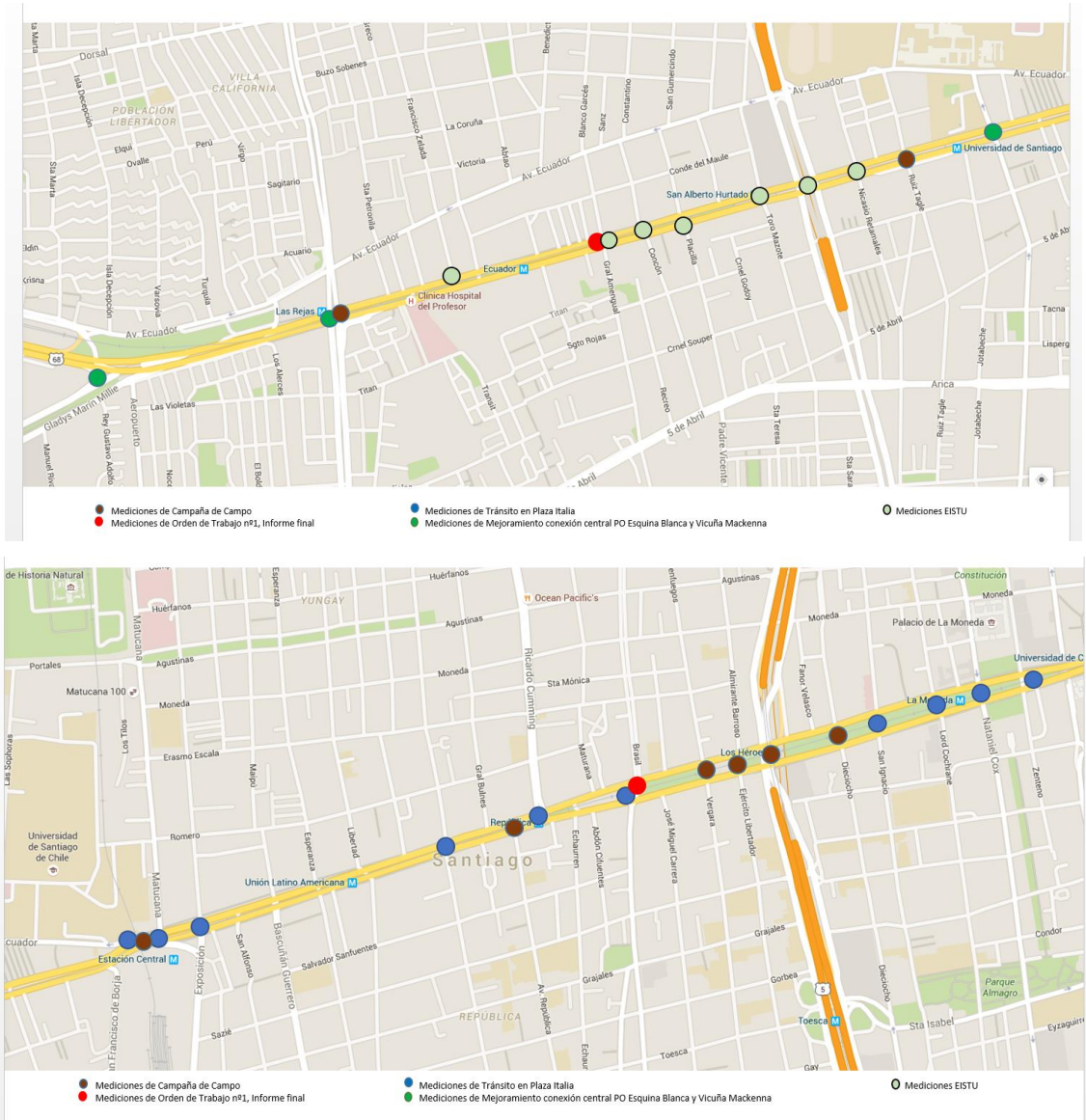
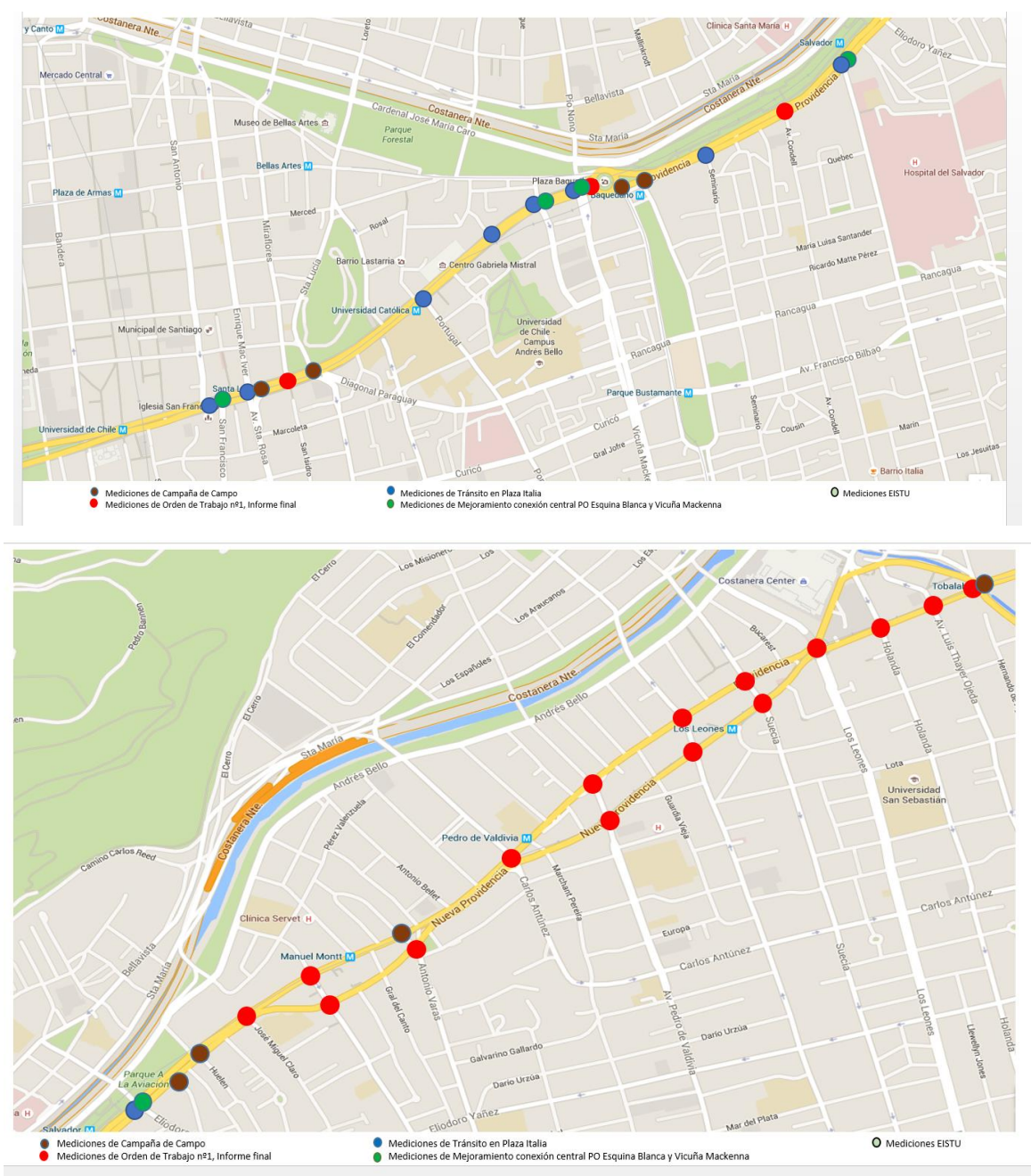


Figura 6.12 Ubicación de los puntos de medición para la elaboración de los estados de tráfico (entre Las Rejas y Ahumada)

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la campaña de campo



Dado que no se disponía de datos de flujos y virajes para todas las intersecciones del eje se ha considerado introducir los flujos vehiculares como estados de tráfico a partir de las mediciones de flujo, considerando la tipología vehicular y los movimientos caracterizados.

Para ello, se han tomado las intersecciones en las cuales se disponía de datos y se ha dado continuidad de flujos a lo largo del eje. En las intersecciones en las cuales no se dispone de dato de giro, se ha considerado el comportamiento de intersecciones semejantes.

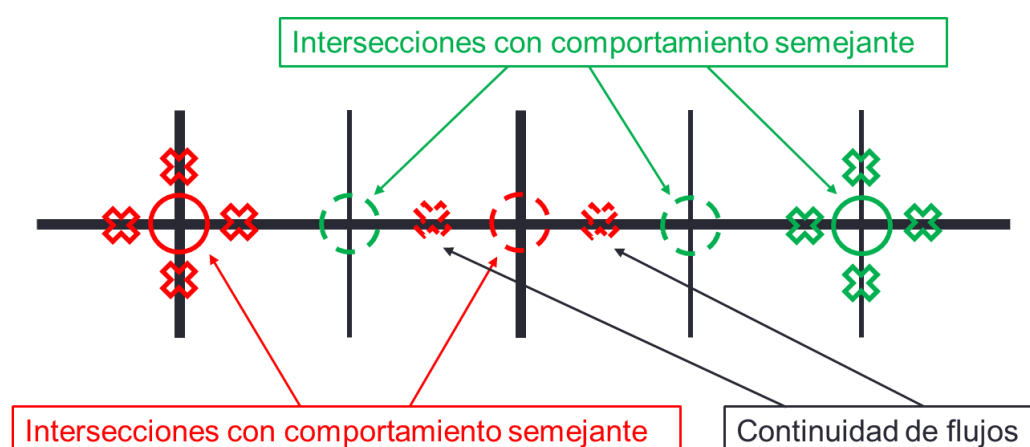


Figura 6.14 Flujos considerados para las intersecciones donde no se disponía de mediciones
Fuente: Elaboración propia

Esto permitió simular los flujos vehiculares a lo largo del eje de forma tal que se ajustan a la realidad.

A la hora de establecer los estados de tráfico del modelo se ha identificado la Punta Mañana (desde ahora PM) como el periodo entre 7:30-8:30. Similarmente se ha identificado la Punta Tarde (desde ahora PT) como el periodo entre 17:30-18:30.

Las mediciones de tránsito utilizadas venían dadas en tablas, como la que se adjunta, en las que para cada movimiento se identificaba el flujo de los distintos tipos de vehículos.

La figura y tabla siguiente es un ejemplo de información en un punto de medición de flujo vehicular que corresponde a la intersección entre Alameda y Las Rejas.

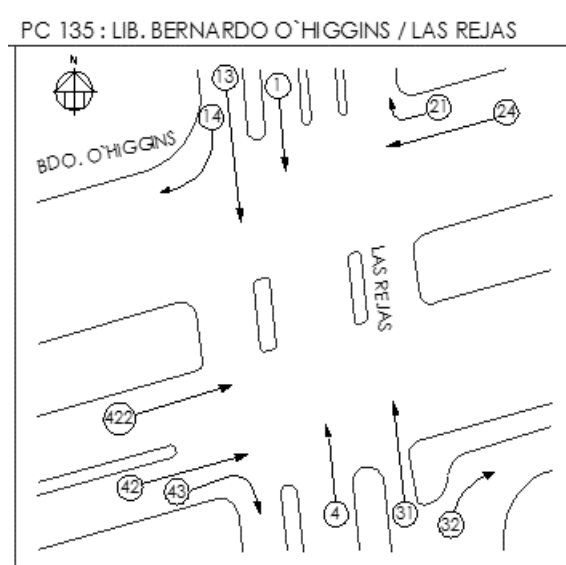


Figura 6.15 Movimientos medidos en Alameda/Las Rejas
Fuente: datos de la campaña de campo

Tabla 6.8 Síntesis Mediciones de Tránsito en Alameda/Las Rejas

Movimientos	Veh. Livianos (veh/hr)	Taxis Colectivos (veh/hr)	Taxis (veh/hr)	Buses C (veh/hr)	Buses B (veh/hr)	Buses A (veh/hr)	Bus Rural o Suburbano (veh/hr)	Buses Interurbanos (veh/hr)	Camión 2 Ejes (veh/hr)	Camión + 2 Ejes (veh/hr)	Furgón Escolar (veh/hr)
1				4	19						
13	626	36	41		14		3	2	30	1	6
14	30	1	10								
21	21		14				1	2	4		
24	1701	47	67	50	75	3	24	74	84	12	14
31	461	28	23				1	2	21		7
32	430		57		5			2	25	1	3
4		7	3	3	30						
42	1888	3	25				5	4	43	2	
422	400	11	228	65	102	1	24	59	3	1	11
43	2		1								
Total general	5559	133	469	122	245	4	58	145	210	17	41

Fuente: datos de la campaña de campo

A partir de la tabla anterior se hizo una nueva clasificación de los vehículos según 4 tipologías de autos:

- livianos
- taxi
- pesados
- bus

Básicamente la clasificación corresponde a la diferenciación entre los vehículos que circularán por la pista bus o por la pista de tránsito mixto, según el escenario.

Los estados de tráfico se han usado para determinar los flujos de vehículos livianos, pesados y una parte de los taxis (el 5% de los medidos) que son los que utilizan las pistas de tránsito de vehículos particulares (o tránsito mixto), valor que se corroboró con inspecciones en campo.

Por otro lado, los buses, buses interurbanos, taxis colectivos y el resto de taxis se han introducido como rutas fijas.

De este modo, a partir de las definiciones anteriores, los flujos vehiculares y los porcentajes de giro para el punto de ejemplo definido, los datos finales para el modelo quedarían de la siguiente manera:

Tabla 6.9 Ejemplo de aplicación factor taxi considerado en la situación Base de Alameda/Las Rejas

Movimiento	Flujo liviano +5% taxis (veh/hr)	Flujo pesados (veh/hr)
1	0	0
13	628	31
14	31	0
21	22	4
24	1704	96
31	462	21
32	433	26
4	0	0
42	1889	45
422	411	4
43	2	0

Fuente: Elaboración propia a partir de la campaña de campo

Esta información, se introdujo en el modelo siguiendo la codificación de las secciones que representan la red vial. Se muestra a continuación el ejemplo de la intersección anteriormente mencionada.

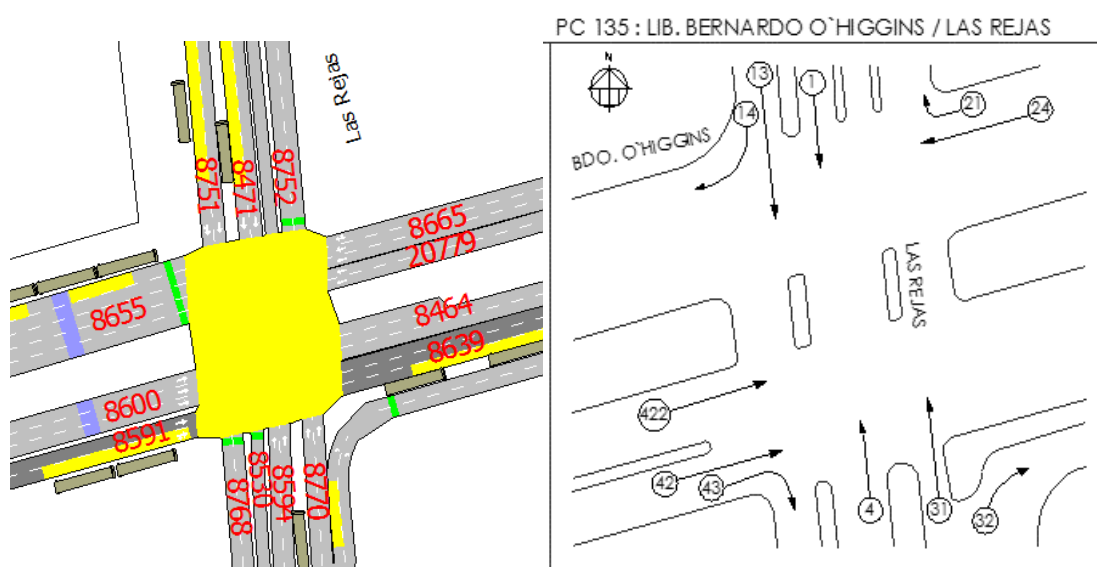


Figura 6.16 Comparación de una intersección entre el modelo de AIMSUN y el esquema de movimientos asociados

Fuente: Elaboración propia a partir de la campaña de campo

Tabla 6.10 Definición de virajes en una intersección de ejemplo (Alameda / Las Rejas)

Mov	Sección inicio	Sección final	Uso	Flujo livianos (veh/hr)	Flujo pesados (veh/hr)
13	8751	8768	vp	628	31
14	8751	8655	vp	31	0
24	20779	8655	vp	1704	96
21	8665	8752	vp	22	4
422	8600	8464	vp	411	4
43	8591	8768	mixto	2	0
13	8754	8768	mixto	628	31
31	8770	8752	mixto	462	21

Fuente: Elaboración propia a partir de la campaña de campo

Como puede verse los movimientos que afectan a pistas de bus no disponen de valor, ya que los usuarios de estas pistas se han introducido como se ha comentado anteriormente a través de rutas fijas.

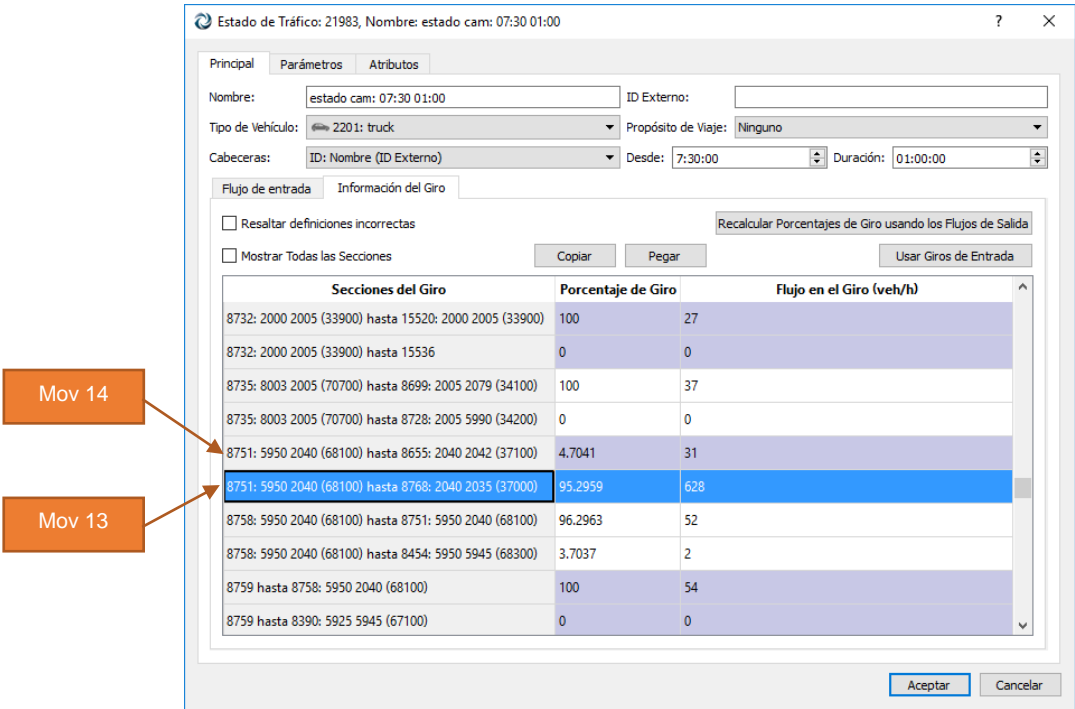
Una vez se definidos todos los estados de tráfico en las distintas intersecciones o puntos de decisión, se introdujeron en el modelo para ejecutar la simulación.

Este procedimiento de definición de los estados de tráfico se ha llevado a cabo tanto para los vehículos livianos como para los pesados.

Dentro del software de modelación Aimsun, en el menú de *Datos de demanda*, se selecciona *Demandas de Tránsito* y allí la franja horaria deseada para la simulación (según estemos simulando el periodo Punta Mañana o Punta Tarde). Se añaden los flujos de giro asociados a cada ID_{salida}/ID_{llegada} , a partir de los cuales se calcula el porcentaje de giro en cada punto de toma de decisión, dentro del menú “Información del Giro”.

En las siguientes figuras puede verse la introducción de los estados de tráfico en el modelo:

Figura 6.17 Flujos de viraje asociados a cada movimiento



Fuente: Elaboración propia

Una vez introducidos los flujos de giro, los flujos de entrada en las distintas secciones se han calculado a través de los valores ya introducidos, y que han alimentado la pestaña “Flujo de entrada”, los que aplican solo sobre los arcos de entrada del modelo.

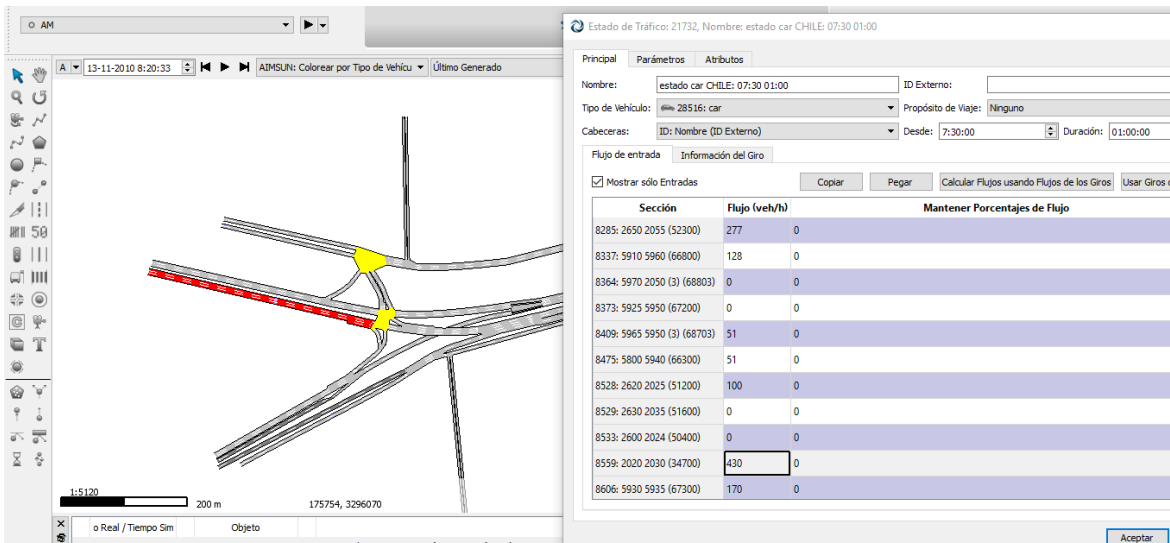


Figura 6.18 Flujos de viraje asociados a cada movimiento

Fuente: Elaboración propia

6.8. PARADEROS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Se llevó a cabo un estudio de base para determinar los paraderos que entran dentro del ámbito de estudio del proyecto. Dicho ámbito abarca todos los paraderos situados en el eje Alameda-Providencia y una serie de paraderos localizados en las proximidades del mismo en las vías transversales.

A continuación se adjunta una tabla con todos los paraderos que se han considerado en el área de estudio para el modelo de Situación Actual. La tabla recoge el código del paradero, la localización, las frecuencias de paso de buses en la punta de la mañana y en la punta de la tarde, el número de servicios que circulan por dicho paradero, y el nombre del paradero.

Tabla 6.11 Listado de paraderos considerados en la Situación actual

Código paradero	Localización	Frecuencia (bus/h) PM	Frecuencia (bus/h) PT	Núm. De servicios	Nombre del paradero
PI1632	ALAMEDA	161	101	19	Alameda esq. / Pasaaje El Linque
PJ165	ALAMEDA	34	39	5	Parada 6 / (M) Las Rejas
PJ112	ALAMEDA	44	66	9	Parada 7 / (M) Las Rejas
PJ113	ALAMEDA	18	13	2	Parada 8 / (M) Las Rejas
PJ539	ALAMEDA	17	26	3	Parada 9 / (M) Las Rejas
PJ538	ALAMEDA	12	21	2	Parada 10 / (M) Las Rejas
PI437	ALAMEDA	68	44	7	Parada 5 / (M) Las Rejas
PI470	ALAMEDA	19	7	2	Parada 4 / (M) Las Rejas
PI400	ALAMEDA	39	27	5	Parada 3 / (M) Las Rejas
PI1042	ALAMEDA	66	48	8	Parada 2 / (M) Las Rejas
PI46	LAS REJAS	30	26	3	Parada 1 / (M) Las Rejas
PI1661	LAS REJAS SUR	22	21	4	Parada 16 / (M) Las Rejas
PJ1818	LAS REJAS	14	24	4	Parada 12 / (M) Las Rejas
PJ18	LAS REJAS	30	34	4	Parada 11 / (M) Las Rejas
PI457	ALAMEDA	74	60	10	Parada 3 / (M) Ecuador
PI458	ALAMEDA	46	45	6	Parada 2 / (M) Ecuador
PI406	ALAMEDA	65	90	11	Parada 4 / (M) Ecuador
PI438	ALAMEDA	109	88	15	Parada 1 / (M) Ecuador
PI1390	RADAL	16	16	3	Parada 5 / (M) Ecuador
PI339	ALAMEDA	97	83	13	Parada 3 / Concón
PI450	ALAMEDA	58	59	8	Parada 2 / Concón
PI471	ALAMEDA	80	90	13	Parada 4 / Concón
PI448	ALAMEDA	88	74	12	Parada 1 / Concón
PI910	CONCÓN	34	34	5	Parada 6 / Concón
PI401	ALAMEDA	117	93	16	Parada 4 / (M) San Alberto Hurtado
PI449	ALAMEDA	100	100	14	Parada 6 / (M) San Alberto Hurtado
PI405	ALAMEDA	43	53	8	Parada 2 / (M) San Alberto Hurtado
PI340	ALAMEDA	80	70	11	Parada 3 / (M) San Alberto Hurtado
PI1230	TORO MAZOTE	29	33	3	Parada 5 / (M) San Alberto Hurtado
PI911	AVENIDA GENERAL	22	28	4	Parada 8 / (M) San Alberto Hurtado
PI841	TORO MAZOTTE	18	21	3	Parada 9 / (M) San Alberto Hurtado
PI67	AVENIDA GENERAL	21	19	3	Parada 7 / (M) San Alberto Hurtado
PI80	AVENIDA GENERAL	37	34	4	Parada 1 / (M) San Alberto Hurtado
PI439	ALAMEDA	90	79	12	Parada 3 / (M) Universidad de
PI345	ALAMEDA	89	78	11	Parada 2 / (M) Universidad de
PI341	ALAMEDA	107	84	16	Parada 1 / (M) Universidad de
PI404	ALAMEDA	76	99	14	Parada 4 / (M) Universidad de
PI1178	OBISPO MANUEL UMAÑA	17	16	3	Parada 6 / (M) Universidad de
PI440	ALAMEDA	151	120	21	Parada 3 / San Boria
PI454	ALAMEDA	66	61	9	Parada 2 / San Boria
PI344	ALAMEDA	63	68	9	Parada 4 / San Boria
PI342	ALAMEDA	48	44	7	Parada 1 / San Boria
PI403	ALAMEDA	36	47	7	Parada 8 / (M) Estación Central
PI343	ALAMEDA	113	99	17	Parada 6 / (M) Estación Central
PI402	ALAMEDA	71	53	9	Parada 7 / (M) Estación Central
PA16	ALAMEDA	102	88	14	Parada 2 / (M) Estación Central
PA368	ALAMEDA	60	52	6	Parada 4 / (M) Estación Central
PA367	ALAMEDA	60	73	12	Parada 3 / (M) Estación Central
PI169	EXPOSICIÓN	29	30	6	Parada 5 / (M) Estación Central
PI1075	AVENIDA MATUCANA	28	28	4	Parada 9 / (M) Estación Central
PA378	AVENIDA MATUCANA	28	32	3	Parada 1 / (M) Estación Central
PA3	CHACABUCO	77	69	10	Parada 10 / (M) Estación Central
PA551	ALAMEDA	33	33	8	Parada 2 / (M) Unión
PA657	ALAMEDA	96	75	11	Parada 5 / (M) Unión
PA349	ALAMEDA	69	85	12	Parada 4 / (M) Unión
PA335	ALAMEDA	36	33	4	Parada 3 / (M) Unión
PA186	ALAMEDA	102	97	15	Parada 6 / (M) Unión

Código paradero	Localización	Frecuencia (bus/h) PM	Frecuencia (bus/h) PT	Núm. De servicios	Nombre del paradero
PA163	ALAMEDA	77	68	13	Parada 1 / (M) Unión
PA15	BASCUÑÁN GUERRERO	75	79	12	Estadio Víctor Jara
PA562	MAIPÚ	23	23	4	Maipú esq. / Romero
PA558	ESPERANZA	11	11	2	Esperanza esq. / Alameda
PA683	UNIÓN AMERICANA	19	17	3	Unión Americana esq. / S.
PA455	AVENIDA ESPAÑA	10	10	1	Avenida España esq. / Cabo
PA369	ALAMEDA	73	57	8	Parada 5 / (M) República
PA336	ALAMEDA	61	50	8	Parada 3 / (M) República
PA348	ALAMEDA	69	85	12	Parada 6 / (M) República
PA164	ALAMEDA	64	58	11	Parada 2 / (M) República
PA187	ALAMEDA	115	105	17	Parada 1 / (M) República
PA294	AVENIDA REPÚBLICA	25	13	2	Parada 4 / (M) República
PA347	ALAMEDA	53	63	9	Parada 1 / (M) Los Héroes
PA370	ALAMEDA	73	57	8	Parada 9 / (M) Los Héroes
PA337	ALAMEDA	67	56	9	Parada 8 / (M) Los Héroes
PA377	ALAMEDA	52	56	6	Parada 2 / (M) Los Héroes
PA165	ALAMEDA	37	30	8	Parada 7 / (M) Los Héroes
PA185	ALAMEDA	78	61	12	Parada 3 / (M) Los Héroes
PA668	ALAMEDA	35	35	4	Parada 12 / (M) Los Héroes
PA366	ALAMEDA	11	16	2	Parada 4 / (M) Los Héroes
PA273	AVENIDA BRASIL	14	19	2	Avenida Brasil esq. / Alameda
PA232	MANUEL RODRÍGUEZ	11	15	3	Parada 6 / (M) Los Héroes
PA81	MANUEL RODRÍGUEZ	38	27	5	Parada 5 / (M) Los Héroes
PA652	MANUEL RODRÍGUEZ	19	15	2	Parada 10 / (M) Los Héroes
PA679	MANUEL RODRÍGUEZ	14	11	1	Parada 14 / (M) Los Héroes
PA231	MANUEL RODRÍGUEZ	21	27	3	Manuel Rodríguez esq. / Alameda
PA675	MANUEL RODRÍGUEZ	14	15	3	Parada 13 / (M) Los Héroes
PA346	ALAMEDA	36	47	7	Parada 10 / (M) La Moneda
PA166	ALAMEDA	40	41	7	Parada 8 / (M) La Moneda
PA86	SAN IGNACIO	6	7	1	Parada 9 / (M) La Moneda
PA28	ALAMEDA	88	72	10	Parada 7 / (M) La Moneda
PA376	ALAMEDA	52	56	6	Parada 2 / (M) La Moneda
PA338	ALAMEDA	98	74	13	Parada 6 / (M) La Moneda
PA665	AMUNÁTEGUI	32	24	2	Parada 11 / (M) La Moneda
PA365	ALAMEDA	46	40	8	Parada 3 / (M) La Moneda
PA184	ALAMEDA	89	92	16	Parada 4 / (M) La Moneda
PA215	ALAMEDA	106	98	14	Parada 5 / (M) La Moneda
PA27	DIECIOCHO	17	15	2	Dieciocho esq. / Vidaurren
PA53	SAN MARTÍN	30	22	2	Parada 1 / (M) La Moneda
PA213	LORD COCHRANE	30	26	2	Parada / Colegio San Ignacio
PA598	ALAMEDA	79	62	7	Parada 8 / (M) Universidad de Chile
PA375	ALAMEDA	52	56	6	Parada 2 / (M) Universidad de Chile
PA350	ALAMEDA	37	35	5	Parada 7 / (M) Universidad de Chile
PA167	ALAMEDA	90	79	13	Parada 6 / (M) Universidad de Chile
PA183	ALAMEDA	97	72	16	Parada 3 / (M) Universidad de Chile
PA345	ALAMEDA	53	69	10	Parada 4 / (M) Universidad de Chile
PA339	ALAMEDA	94	72	14	Parada 5 / (M) Universidad de Chile
PA374	ALAMEDA	44	48	9	Parada 10 / (M) Santa Lucía
PA344	ALAMEDA	48	59	13	Parada 12 / (M) Santa Lucía
PA340	ALAMEDA	60	42	7	Parada 9 / (M) Santa Lucía
PA182	ALAMEDA	65	51	8	Parada 2 / (M) Santa Lucía
PA371	ALAMEDA	103	82	9	Parada 5 / (M) Santa Lucía
PA385	ALAMEDA	35	24	4	Parada 3 / (M) Santa Lucía
PA168	ALAMEDA	105	91	14	Parada 4 / (M) Santa Lucía
PA91	SAN ANTONIO	91	81	11	Parada 11 / (M) Santa Lucía
PA109	AVENIDA SANTA ROSA	47	39	5	Parada 8 / (M) Santa Lucía
PA138	AVENIDA SANTA ROSA	67	60	8	Parada 7 / (M) Santa Lucía
PA115	AVENIDA SANTA ROSA	38	34	4	Parada 6 / (M) Santa Lucía
PA156	ENRIQUE MAC IVER	59	51	7	Parada 1 / (M) Santa Lucía
PA626	ENRIQUE MAC IVER	7	8	3	Parada 14 / (M) Santa Lucía
PA341	ALAMEDA	107	80	12	Parada 3 / (M) Universidad Católica
PA692	ALAMEDA	39	40	5	Parada 2 / (M) Universidad Católica
PA169	ALAMEDA	142	118	15	Parada 1 / (M) Universidad Católica
PA42	ALAMEDA	115	100	14	Parada 4 / (M) Universidad Católica
PA41	ALAMEDA	45	53	9	Parada 6 / (M) Universidad Católica
PA710	PORTUGAL	11	7	1	Portugal esq. / Marcoleta
PA372	ALAMEDA	31	28	3	Parada 8 / Plaza Italia
PA342	ALAMEDA	108	80	13	Parada 7 / Plaza Italia
PA373	ALAMEDA	74	77	8	Parada 9 / Plaza Italia
PA343	ALAMEDA	36	47	7	Parada 10 / Plaza Italia
PA383	ALAMEDA	78	54	8	Parada 5 / Plaza Italia
PA384	ALAMEDA	27	19	4	Parada 11 / Plaza Italia
PC1147	AVENIDA PROVIDENCIA	31	26	3	Parada 2 / Plaza Italia
PA170	DR. RAMÓN CORVALÁN	106	83	13	Parada 6 / Plaza Italia
PA393	MERCED	42	41	5	Parada 1 / Plaza Italia
PC1148	AVENIDA PROVIDENCIA	9	10	1	Parada 5 / Museo de Los
PC196	AVENIDA PROVIDENCIA	86	75	12	Parada 2 / Museo de Los
PC199	AVENIDA PROVIDENCIA	62	54	7	Parada 3 / Museo de Los
PC277	AVENIDA PROVIDENCIA	68	82	8	Parada 4 / Museo de Los
PC147	AVENIDA PROVIDENCIA	82	56	9	Parada 1 / Museo de Los
PC561	SEMINARIO	8	36	4	Parada 6 / Museo de Los
PC195	AVENIDA PROVIDENCIA	86	75	12	Parada 2 / Parque Balmaceda
PC200	AVENIDA PROVIDENCIA	92	79	10	Parada 3 / Parque Balmaceda
PC276	AVENIDA PROVIDENCIA	68	82	8	Parada 4 / Parque Balmaceda
PC148	AVENIDA PROVIDENCIA	82	56	9	Parada 1 / Parque Balmaceda
PC201	AVENIDA PROVIDENCIA	92	46	9	Parada 3 / (M) Salvador
PC194	AVENIDA PROVIDENCIA	45	48	7	Parada 2 / (M) Salvador
PC275	AVENIDA PROVIDENCIA	68	82	9	Parada 4 / (M) Salvador

Código paradero	Localización	Frecuencia (bus/h) PM	Frecuencia (bus/h) PT	Núm. De servicios	Nombre del paradero
PC149	AVENIDA PROVIDENCIA	82	56	9	Parada 1 / (M) Salvador
PC563	AVENIDA SALVADOR	37	34	4	Parada 5 / (M) Salvador
PC579	AVENIDA SALVADOR	42	27	4	Parada 6 / (M) Salvador
PC569	JOSÉ MANUEL INFANTE	29	0	2	José Manuel Infante esq. / Av.
PC193	AVENIDA PROVIDENCIA	45	48	7	Parada 2 / Torres de Tajamar
PC202	AVENIDA PROVIDENCIA	77	60	8	Parada 3 / Torres de Tajamar
PC274	AVENIDA PROVIDENCIA	62	77	8	Parada 4 / Torres de Tajamar
PC150	NUEVA PROVIDENCIA	64	46	8	Parada 1 / Torres de Tajamar
PC710	JOSÉ MIGUEL CLARO	10	9	2	Parada 6 / Torres de Tajamar
PC192	AVENIDA PROVIDENCIA	45	48	7	Parada 2 / (M) Manuel Montt
PC1	NUEVA PROVIDENCIA	63	55	7	Parada 3 / (M) Manuel Montt
PC273	AVENIDA PROVIDENCIA	62	77	8	Parada 4 / (M) Manuel Montt
PC151	NUEVA PROVIDENCIA	86	60	11	Parada 1 / (M) Manuel Montt
PC38	MANUEL MONTT	21	22	3	Parada 5 / (M) Manuel Montt
PC1103	MANUEL MONTT	9	8	1	Parada 7 / (M) Manuel Montt
PC191	AVENIDA PROVIDENCIA	36	40	6	Parada 2 / Biblioteca de
PC51	AVENIDA ANTONIO VARAS	24	21	3	Parada 4 / Biblioteca de
PC50	AVENIDA ANTONIO VARAS	24	21	3	Parada / Hospital Calvo Mackenna
PC2	NUEVA PROVIDENCIA	141	107	16	Parada 7 / (M) Pedro de Valdivia
PC368	NUEVA PROVIDENCIA	4	4	1	Parada 5 / (M) Pedro de Valdivia
PC21	AVENIDA PROVIDENCIA	37	36	5	Parada 2 / (M) Pedro de Valdivia
PC203	NUEVA PROVIDENCIA	37	30	4	Parada 3 / (M) Pedro de Valdivia
PC190	AVENIDA PROVIDENCIA	53	53	6	Parada 4 / (M) Pedro de Valdivia
PC349	AVENIDA PROVIDENCIA	24	19	3	Parada 6 / (M) Pedro de Valdivia
PC370	NUEVA PROVIDENCIA	53	39	7	Parada 1 / (M) Pedro de Valdivia
PC189	AVENIDA PROVIDENCIA	48	53	7	Parada 8 / (M) Pedro de Valdivia
PC20	AVENIDA PEDRO DE VALDIVIA	16	12	3	Parada 10 / (M) Pedro de Valdivia
PC711	CARLOS ANTÚNEZ	10	9	2	Carlos Antúnez esq. / Alfredo
PC3	AVENIDA PEDRO DE VALDIVIA	19	21	4	Parada 9 / (M) Pedro de Valdivia
PC152	NUEVA PROVIDENCIA	57	41	7	Parada 3 / Guardia Vieja
PC204	NUEVA PROVIDENCIA	70	52	6	Parada 1 / Guardia Vieja
PC272	AVENIDA PROVIDENCIA	9	11	1	Parada 2 / (M) Los Leones
PC301	AVENIDA PROVIDENCIA	35	40	4	Parada 4 / (M) Los Leones
PC153	NUEVA PROVIDENCIA	82	59	10	Parada 3 / (M) Los Leones
PC188	AVENIDA PROVIDENCIA	48	53	7	Parada 6 / (M) Los Leones
PC205	NUEVA PROVIDENCIA	62	45	5	Parada 1 / (M) Los Leones
PC350	NUEVA DE LYON	8	7	1	Nueva de Lyon esq. / Av. Andrés
PC154	NUEVA PROVIDENCIA	42	29	5	Parada 3 / Hospital Metropolitano
PC206	NUEVA PROVIDENCIA	102	74	10	Parada 1 / Hospital Metropolitano
PC187	AVENIDA VITACURA	48	53	7	Parada 2 / Hospital Metropolitano
PC270	AVENIDA VITACURA	44	50	5	Parada 4 / Hospital Metropolitano
PC36	AVENIDA LOS LEONES	33	25	2	Parada / Liceo Tajamar
PC37	AVENIDA PROVIDENCIA	33	34	2	Parada 4 / Avenida Suecia
PC271	AVENIDA PROVIDENCIA	44	50	5	Parada 2 / Avenida Suecia
PC87	AVENIDA PROVIDENCIA	13	13	1	Parada 6 / Avenida Suecia
PC207	NUEVA PROVIDENCIA	22	16	2	Parada 2 / (M) Tobalaba
PC1220	AVENIDA PROVIDENCIA	20	16	2	Parada 7 / (M) Tobalaba
PC155	AVENIDA PROVIDENCIA	110	89	13	Parada 1 / (M) Tobalaba
PC1216	TAJAMAR	38	36	5	Tajamar esq. / Avenida Vitacura
PC1016	NUEVA PROVIDENCIA	76	83	10	Parada 3 / (M) Tobalaba
PC509	AVENIDA PROVIDENCIA	42	28	4	Parada 5 / (M) Tobalaba
PC1125	NUEVA TOBALABA	21	16	2	Costanera Center
PC1107	AVENIDA TOBALABA	16	16	2	Parada 6 / (M) Tobalaba
PC738	AVENIDA TOBALABA	9	9	1	Parada 4 / (M) Tobalaba

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la campaña de campo y de Transantiago

Para la codificación en AIMSUN de los paraderos, se ha asignado como ID (identificador) de cada uno de ellos el código de paradero proporcionado por Transantiago.

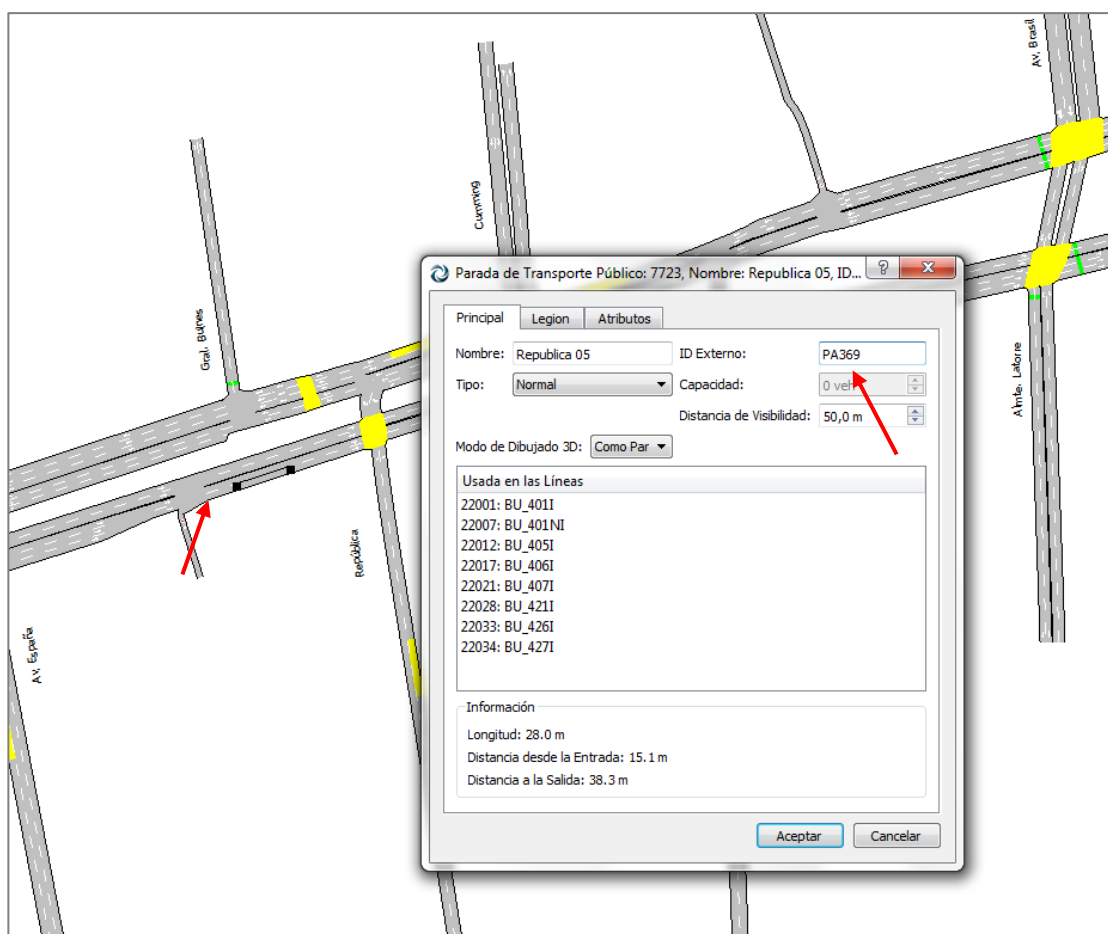


Figura 6.19 Ejemplo de codificación de un paradero de transporte en el modelo de microsimulación

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, los paraderos quedan definidos y codificados en el modelo de AIMSUN.

6.9. LÍNEAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Para la introducción de las líneas de bus urbano en el modelo de AIMSUN, se trabajó con las bases de Transantiago para determinar las líneas que recorren parte o la totalidad del eje Alameda-Providencia a lo largo de su recorrido.

Una vez realizada esta identificación, se determinó para cada una de las líneas el punto de entrada al ámbito de la modelación, el punto de salida y el conjunto de paraderos donde efectúa las paradas.

Además de esta información, para caracterizar la línea se consideró un intervalo de paso dado por el plan de operación de buses urbanos más reciente de Transantiago (ver tabla posterior).

Dicho plan establece el número de buses por hora que circulan de cada línea en diferentes periodos del día, por lo que para cada periodo se puede calcular el intervalo de paso de cada línea. En el caso de la simulación de PM (Punta Mañana), se ha considerado el periodo comprendido entre las 7:30 y 8:30. Para el caso de la simulación PT (Punta Tarde), se ha considerado el periodo comprendido entre las 17:30 y 18:30.

Tabla 6.12 Líneas introducidas en el modelo que recorren parte o la totalidad del eje e intervalo de paso en la Punta Mañana

Líneas de bus	Intervalo (min)	Líneas de bus	Intervalo (min)	Líneas de bus	Intervalo (min)	Líneas de bus	Intervalo (min)	Líneas de bus	Intervalo (min)
101cl	10	205l	5,5	307el	5	422R	7,1	B26l	10
101cR	6,7	206el	9,2	307eR	5,2	423l	10	B26R	10
101l	10	206eR	8	307l	3,5	423R	10	C04R	15
101R	8,6	206l	10	313eR	8,6	424l	10	C06l	6
102l	10	206R	7,1	314el	7,5	424R	10	C10el	5
102R	8,6	207el	10	314eR	20	426l	6,3	C10eR	7,1
103l	9,2	207eR	9,2	314l	8,6	426R	10	D09l	6,7
103R	7,5	208l	4,3	315el	3,8	427l	7,5	F30NI	-
104R	2,8	208R	4,6	315eR	6,3	427R	8	F30NR	-
105l	4	209el	12	345l	8,6	429cl	10	I03cl	12
105R	4	209l	10	345R	12	429l	8	I03l	6
106l	6,7	210l	4,8	346NI	-	429R	8	I03R	10
106R	6,7	210R	3,5	346NR	-	430l	3,6	I04l	7,5
107l	5,2	210vl	10	385l	12	430R	5,2	I08cl	8,6
107R	4,8	210vR	10	385R	12	431cl	4,8	I08l	3,5
109l	8,6	212l	4,8	401l	7,1	431cR	8	I08NI	-
109NR	-	213el	13,3	401NI	-	502cl	10,9	I08NR	-
109R	7,5	213eR	9,2	401NR	-	503l	3,2	I08R	5
113el	7,5	214l	10	401R	10	503R	4,6	I09cl	-
113eR	-	214R	10	403l	6,3	504l	5,2	I09cR	-
113l	10,9	217el	6,3	403R	4,3	504R	8	I09el	7,1
114l	10	217eR	8,6	404cl	3,2	505l	4	I09eR	13,3
114R	10	218el	17,1	404cR	10	505R	4	I09l	3,8
115l	7,5	218eR	24	404l	8,6	507l	6	I09R	5
116R	9,2	221el	10	404R	12	507R	6,7	I10l	6
117cl	10	221eR	15	405cl	3,5	508l	4,1	I10NI	-
117l	9,2	222el	15	405cR	6,7	508R	4,1	I10NR	-
117R	6,3	222eR	40	405l	9,2	509l	7,5	I10R	6,7
119l	8	223l	6,7	405R	8,6	509R	10	I13l	10,9
119R	4	223R	6,7	406l	4	510l	10	I14l	8
120l	10	226l	6,7	406R	4,4	510R	12	I14R	10
120R	10	226R	6,3	407l	4,4	511l	12	I16l	10
121l	9,2	229l	8,6	407R	7,5	511R	12	I16R	10
121R	6	230l	5,2	410R	10	513l	7,5	I17l	10
125l	10	230R	5,2	411l	7,5	513R	7,5	I17R	10
125R	10	261el	40	412l	6,7	514cR	15	I18l	12
126R	10	261eR	10	412R	6,7	514l	6	J02l	10
201el	3,3	301el	7,5	413cl	5	514R	6,7	J02R	-
201eR	3,3	301l	2,5	413cR	-	515NR	-	J03l	8,6
201l	2,7	301R	2,4	416el	6,3	516l	5,2	J05l	10
201R	2,7	302el	15	417el	5	516R	5	J10l	12
203el	5	302eR	10,9	418l	6,3	517l	10	J10R	12
203eR	5	302l	8,6	418R	7,1	517R	10	J11R	17,1
203l	3,4	302NI	-	419l	7,5	518l	6,7	J12R	6,7
203R	3,4	302NR	-	419R	20	518R	6,7	J13l	13,3
204el	10,9	302R	6	421l	4	519el	15	J13R	10
204l	5	303l	4,3	421R	10	519eR	12	J16R	13,3
205el	5	303R	5	422l	5,7	B02NR	-		

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la campaña de campo y de Transantiago

Tabla 6.13 Líneas introducidas en el modelo que recorren parte o la totalidad del eje e intervalo de paso en la Punta Tarde

Líneas de bus	Intervalo (min)	Líneas de bus	Intervalo (min)	Líneas de bus	Intervalo (min)	Líneas de bus	Intervalo (min)	Líneas de bus	Intervalo (min)
101cl	6,7	205l	6,9	307el	6,0	422R	7,2	B26l	10,0
101cR	6,7	206el	11,3	307eR	5,5	423l	10,0	B26R	10,0
101l	9,5	206eR	11,3	307l	4,6	423R	10,0	C04R	15,0
101R	9,0	206l	9,5	313eR	10,0	424l	10,0	C06l	6,4
102l	8,6	206R	9,5	314el	18,0	424R	10,0	C10el	10,0
102R	9,0	207el	10,0	314eR	12,0	426l	9,0	C10eR	6,0
103l	6,7	207eR	10,0	314l	10,0	426R	8,6	D09l	7,5
103R	10,0	208l	4,3	315el	6,0	427l	9,0	F30Nl	-
104R	4,7	208R	4,3	315eR	4,6	427R	8,6	F30NR	-
105l	4,7	209el	11,3	345l	12,0	429cl	12,0	I03cl	-
105R	5,0	209l	7,8	345R	10,0	429l	9,5	I03l	8,6
106l	6,2	210l	5,3	346Nl	-	429R	9,5	I03R	6,2
106R	7,2	210R	5,3	346NR	-	430l	6,0	I04l	8,6
107l	5,1	210vl	10,6	385l	12,0	430R	5,3	I08cl	-
107R	6,0	210vR	10,6	385R	12,0	431cl	12,0	I08l	5,0
109l	8,2	212l	4,6	401l	9,0	431cR	6,2	I08Nl	-
109NR	-	213el	8,6	401Nl	-	502cl	-	I08NR	-
109R	7,8	213eR	9,0	401NR	-	503l	6,7	I08R	2,9
113el	-	214l	10,6	401R	8,2	503R	4,5	I09cl	12,9
113eR	6,4	214R	10,6	403l	4,9	504l	9,0	I09cR	12,9
113l	10,6	217el	9,5	403R	5,3	504R	6,9	I09el	15,0
114l	10,0	217eR	5,3	404cl	12,0	505l	5,3	I09eR	7,8
114R	10,0	218el	25,7	404cR	8,6	505R	5,1	I09l	5,0
115l	9,0	218eR	20,0	404l	7,5	507l	6,2	I09R	4,4
116R	10,0	221el	36,0	404R	6,0	507R	6,2	I10l	6,7
117cl	10,0	221eR	12,0	405cl	7,2	508l	6,4	I10Nl	-
117l	9,5	222el	45,0	405cR	5,6	508R	6,4	I10NR	-
117R	10,0	222eR	15,0	405l	8,2	509l	10,6	I10R	6,0
119l	5,3	223l	8,6	405R	6,2	509R	8,6	I13l	11,3
119R	9,5	223R	8,6	406l	4,4	510l	11,3	I14l	10,6
120l	10,0	226l	7,5	406R	3,5	510R	11,3	I14R	7,5
120R	10,0	226R	8,6	407l	7,5	511l	12,0	I16l	12,0
121l	7,5	229l	10,6	407R	6,9	511R	12,0	I16R	11,3
121R	9,5	230l	5,5	410R	4,5	513l	7,5	I17l	10,0
125l	10,0	230R	5,5	411l	9,0	513R	7,5	I17R	10,0
125R	10,0	261el	12,0	412l	9,5	514cR	-	I18l	11,3
126R	12,0	261eR	25,7	412R	9,5	514l	8,6	J02l	12,0
201el	5,8	301el	6,0	413cl	-	514R	10,0	J02R	-
201eR	5,8	301l	2,7	413cR	6,4	515NR	-	J03l	10,0
201l	3,9	301R	3,2	416el	-	516l	5,8	J05l	10,6
201R	3,9	302el	12,0	417el	-	516R	5,6	J10l	10,6
203el	6,0	302eR	12,0	418l	10,0	517l	12,0	J10R	10,0
203eR	6,0	302l	6,0	418R	8,6	517R	12,0	J11R	16,4
203l	4,1	302Nl	-	419l	15,0	518l	8,6	J12R	9,5
203R	4,1	302NR	-	419R	9,0	518R	8,2	J13l	11,3
204el	12,0	302R	6,7	421l	7,5	519el	-	J13R	11,3
204l	5,0	303l	5,1	421R	6,4	519eR	-	J16R	12,0
205el	6,9	303R	5,0	422l	8,6	B02NR	-		

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la campaña de campo y de Transantiago

Una vez definido el recorrido, la secuencia de paraderos de cada línea y el intervalo de paso, se debe definir en cada uno de los paraderos un tiempo medio de parada y una desviación del mismo (que en todos los casos se ha considerado que es del 10%).

Dicho tiempo de parada se estimó de dos maneras distintas para cada uno de los paraderos de la zona de estudio. En primer lugar se estimó el tiempo de parada mediante un cálculo teórico basado en la demanda de cada paradero y considerando un tiempo medio de subida y bajada por pasajero siguiendo la metodología propuesta por CITRA.

La segunda forma de valorar el tiempo de parada, fue a partir de los tiempos de parada medidos en la campaña de campo realizada.

Una vez obtenidos los tiempos promedio en la parada a partir de las dos metodologías anteriores, se ha considerado que el tiempo de parada de cada una de las líneas es el mayor de los dos calculados.

Se muestran en la siguiente tabla el tiempo promedio de parada en cada uno de los paraderos en la Situación Actual.

Tabla 6.14 Tiempos medios de parada de los servicios en los paraderos en la situación actual (Punta Mañana)

Para- dero	Tiempo medio de parada (seg)	Para- dero	Tiempo medio de parada (seg)	Para- dero	Tiempo medio de parada (seg)	Para- dero	Tiempo medio de parada (seg)	Para- dero	Tiempo medio de parada (seg)
PI1632	5	PI344	5	PA652	38	PA42	7	PC191	17
PJ165	12	PI342	4	PA679	5	PA41	5	PC51	26
PJ112	25	PI403	9	PA231	6	PA710	25	PC50	6
PJ113	17	PI343	23	PA675	18	PA372	8	PC2	12
PJ539	32	PI402	43	PA346	12	PA342	24	PC368	5
PJ538	26	PA16	13	PA166	73	PA373	47	PC21	7
PI437	26	PA368	14	PA86	9	PA343	8	PC203	74
PI470	26	PA367	6	PA28	12	PA383	24	PC190	13
PI400	26	PI169	38	PA376	11	PA384	8	PC349	54
PI1042	21	PI1075	51	PA338	22	PC1147	50	PC370	20
PI46	25	PA378	20	PA665	27	PA170	17	PC189	10
PI1661	37	PA3	18	PA365	6	PA393	9	PC20	20
PJ1818	36	PA551	5	PA184	19	PC1148	5	PC711	5
PJ18	39	PA657	13	PA215	21	PC196	4	PC3	49
PI457	7	PA349	6	PA27	25	PC199	8	PC152	20
PI458	5	PA335	8	PA53	17	PC277	6	PC204	7
PI406	8	PA186	4	PA213	11	PC147	8	PC272	6
PI438	8	PA163	5	PA598	10	PC561	16	PC301	3
PI1390	30	PA15	38	PA375	10	PC195	2	PC153	9
PI339	15	PA562	2	PA350	19	PC200	11	PC188	8
PI450	4	PA558	29	PA167	12	PC276	5	PC205	14
PI471	7	PA683	11	PA183	11	PC148	8	PC350	10
PI448	5	PA455	6	PA345	4	PC201	10	PC154	5
PI910	9	PA369	19	PA339	15	PC194	7	PC206	10
PI401	16	PA336	16	PA374	12	PC275	12	PC187	10
PI449	8	PA348	10	PA344	34	PC149	15	PC270	12
PI405	14	PA164	15	PA340	22	PC563	17	PC36	19
PI340	19	PA187	16	PA182	20	PC579	23	PC37	120
PI1230	237	PA294	31	PA371	23	PC569	11	PC271	12
PI911	38	PA347	7	PA385	12	PC193	4	PC87	62
PI841	15	PA370	10	PA168	12	PC202	7	PC207	38
PI67	84	PA337	21	PA91	31	PC274	7	PC1220	75
PI80	23	PA377	5	PA109	47	PC150	8	PC155	33
PI439	9	PA165	19	PA138	79	PC710	111	PC1216	15
PI345	6	PA185	7	PA115	111	PC192	15	PC1016	25
PI341	13	PA668	13	PA156	25	PC1	6	PC509	37
PI404	7	PA366	9	PA626	9	PC273	18	PC1125	49
PI1178	18	PA273	14	PA341	11	PC151	7	PC1107	22
PI440	7	PA232	18	PA692	8	PC38	66	PC738	207
PI454	4	PA81	31	PA169	9	PC1103	121		

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la campaña de campo y de la metodología CITRA

Tabla 6.15 Tiempos medios de parada de los servicios en los paraderos en la situación actual (Punta Tarde)

Para- dero	Tiempo medio de parada (seg)	Para- dero	Tiempo medio de parada (seg)	Para- dero	Tiempo medio de parada (seg)	Para- dero	Tiempo medio de parada (seg)	Para- dero	Tiempo medio de parada (seg)
PI1632	13	PI344	13	PA652	55	PA42	10	PC191	19
PJ165	25	PI342	5	PA679	10	PA41	13	PC51	24
PJ112	33	PI403	32	PA231	8	PA710	13	PC50	9
PJ113	20	PI343	25	PA675	44	PA372	14	PC2	12
PJ539	27	PI402	21	PA346	26	PA342	22	PC368	4
PJ538	35	PA16	44	PA166	87	PA373	104	PC21	18
PI437	18	PA368	17	PA86	60	PA343	41	PC203	121
PI470	16	PA367	28	PA28	16	PA383	17	PC190	30
PI400	26	PI169	33	PA376	26	PA384	19	PC349	77
PI1042	8	PI1075	308	PA338	13	PC1147	22	PC370	18
PI46	25	PA378	35	PA665	44	PA170	16	PC189	31
PI1661	15	PA3	25	PA365	16	PA393	21	PC20	34
PJ1818	50	PA551	20	PA184	34	PC1148	5	PC711	6
PJ18	40	PA657	13	PA215	33	PC196	7	PC3	49
PI457	9	PA349	10	PA27	25	PC199	6	PC152	18
PI458	8	PA335	10	PA53	42	PC277	10	PC204	7
PI406	14	PA186	6	PA213	12	PC147	11	PC272	10
PI438	8	PA163	7	PA598	17	PC561	11	PC301	12
PI1390	6	PA15	45	PA375	24	PC195	5	PC153	11
PI339	6	PA562	5	PA350	12	PC200	6	PC188	35
PI450	5	PA558	26	PA167	28	PC276	8	PC205	19
PI471	7	PA683	10	PA183	27	PC148	7	PC350	4
PI448	5	PA455	7	PA345	30	PC201	7	PC154	4
PI910	8	PA369	12	PA339	27	PC194	34	PC206	13
PI401	26	PA336	14	PA374	23	PC275	19	PC187	36
PI449	21	PA348	18	PA344	27	PC149	12	PC270	31
PI405	14	PA164	12	PA340	15	PC563	34	PC36	17
PI340	13	PA187	11	PA182	18	PC579	22	PC37	98
PI1230	265	PA294	18	PA371	20	PC569	43	PC271	24
PI911	89	PA347	27	PA385	22	PC193	8	PC87	110
PI841	44	PA370	14	PA168	18	PC202	6	PC207	48
PI67	87	PA337	21	PA91	28	PC274	14	PC1220	38
PI80	24	PA377	9	PA109	54	PC150	8	PC155	32
PI439	10	PA165	13	PA138	78	PC710	10	PC1216	27
PI345	22	PA185	11	PA115	95	PC192	36	PC1016	25
PI341	13	PA668	8	PA156	22	PC1	6	PC509	24
PI404	13	PA366	11	PA626	4	PC273	27	PC1125	25
PI1178	19	PA273	27	PA341	11	PC151	11	PC1107	28
PI440	13	PA232	67	PA692	4	PC38	50	PC738	163
PI454	15	PA81	24	PA169	11	PC1103	126		

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la campaña de campo y de la metodología CITRA

Para la introducción de las líneas en el modelo, se ha utilizado un guion Python que realiza una importación de las mismas a partir de parámetros.

Para ello, se ha codificado cada línea con los ID de las secciones de entrada, salida y la secuencia de paradas asignados por AIMSUN, además del tiempo medio de parada asignado a cada paradero y el intervalo de paso de la línea.

El Anexo 2 muestra la información que caracteriza cada una de las líneas que forman parte de los distintos modelos en la Situación Actual.

A modo de ejemplo, a continuación se explica detalladamente cómo se ha codificado una línea (507I) para su introducción en el modelo.

En primer lugar, se trabajó con las bases de Transantiago para determinar el recorrido de la línea dentro del área del proyecto. En el caso de ejemplo, la línea realiza el viraje de entrada en Chacabuco (viraje Norte-Oriente) y el viraje de salida en la Avenida España (viraje Poniente-Sur), y efectúa servicios en los paraderos Estación Central (Parada 4) y Unión Latinoamericana (Parada 3).



Figura 6.20 Esquema de circulación de la línea 507I en el eje

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps

Para la definición de la línea en AIMSUN, es preciso codificar las secciones de entrada, salida y el conjunto de paraderos en los que efectúa una operación según los ID asignados por el modelo.

A continuació se mostra la codificació de les seccions d'entrada (7804) i sortida (7671) de la línia 507I i de les parades on efectua una operació (PA368, PA335).

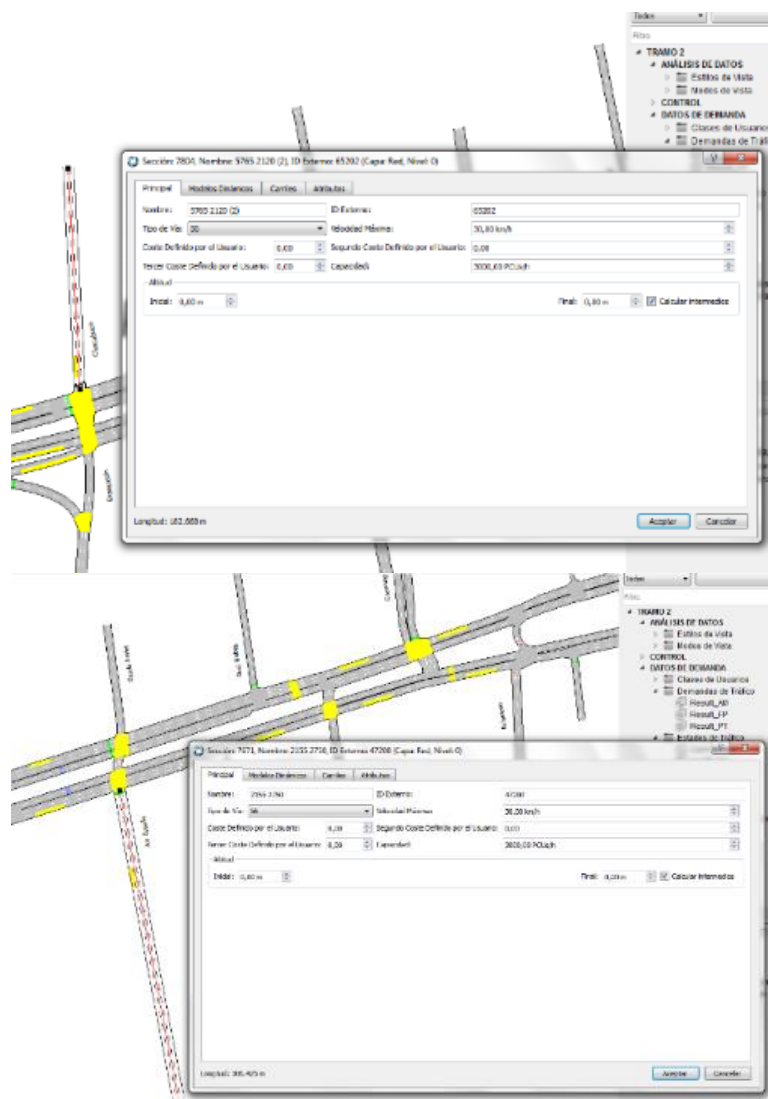


Figura 6.21 Identificación de las secciones de entrada y de salida de un servicio de bus
Fuente: Elaboración propia

Una vez codificada la línea, y con la asignación de los tiempos medios de parada y el intervalo de paso en el periodo considerado, se realiza la importación de la línea al modelo con un *script* programado en lenguaje Python.

Los datos que caracterizan la línea son los que se muestran a continuación:

A	B	C	D	E	F	G	H	I
ID_Línea	Hora inicio PM	Duración periodo PM	Intervalo de paso PM (min)	Desviación Intervalo de paso PM (seg)	ID_entrada	ID_salida	Paradas	
BU_507I	7:30:00	1:00:00	6	36	7891	7671	PA368	PA335

Figura 6.22 Ejemplo de información que caracteriza a una línea de transporte.
Fuente: Elaboración propia

De esta manera, la línea queda importada en el modelo como se observa en la figura.

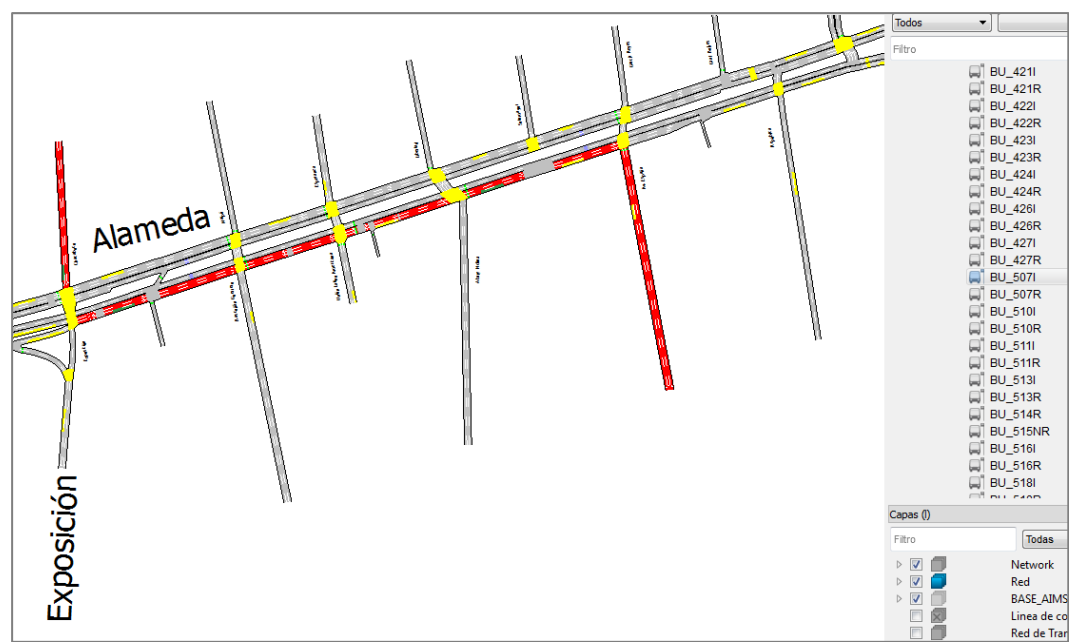


Figura 6.23 Ejemplo de selección de una línea de transporte (recorrido y puntos de parada) en el modelo de AIMSUN

Fuente: Elaboración propia

6.10. RECORRIDOS DE TAXIS

Para definir los recorridos principales de taxis se usaron los conteos de dichos vehículos que se tomaron en las intersecciones con medición. En el apartado de Estados de Tráfico hay una explicación detallada sobre cómo se han tratado los datos de las mediciones, así como los grupos en los que se han distribuido los vehículos.

A partir de los datos de las mediciones se ajustó el número de vehículos que circulan en cada intersección de forma que se garantizara la continuidad de flujo tanto en sentido Oriente a Poniente (OP) como en Poniente a Oriente (PO). Este ajuste es necesario debido a que existen intersecciones intermedias en las que no se dispone de ningún aforo con medición. De este modo, en cada intersección había información sobre cuántos vehículos entraban o salían de la avenida, así como los vehículos que seguían su curso por la Alameda asegurando la continuidad del flujo.

En aquellas intersecciones en las que se carecía de mediciones se adaptó el flujo para que se mantuviera la continuidad tanto aguas arriba como aguas abajo de este punto, respetando siempre las mediciones aforadas en los conteos.

A partir de este conjunto de datos se elaboró para cada sentido OP y PO una matriz Origen-Destino, definiendo el número de taxis que entran y salen en cada una de las intersecciones del eje de estudio, lo cual permite definir los diferentes recorridos de taxis entre diferentes secciones de entrada y salida que circulan en el Eje Alameda-Providencia. De esta manera, se consigue establecer una serie de recorridos que respetan el flujo medido en las diferentes campañas de mediciones.

Las mediciones se multiplicaron por un factor de 0,95 para tener en cuenta que algunos recorridos de taxi no circularán por los carriles de bus, y que ya han sido considerados en los estados de tráfico (ver apartado correspondiente).

		3ª columna											
		Nº taxis											
		ID_salida											
Nº taxis		3ª fila											
		16865	16504	16326	16079	20306	6543	6649	6799	7051	7025	724	
50	ID_entrada	17041	50									50	
160		17303		15	32	10	15	20		15	15	38	160
4		17026				3		1				4	
60		16687		20		5		10		10	2	13	60
9		16503					2	2		3		2	9
16		16351					1	4		2	5	4	16
35		16327					2	6		1	10	1	35
43		16293					5	11		15		12	43
21		6471						10		4		7	21
4		6509							1			3	4
23		6564								1		2	23
109		6633							2	50	3	54	109
190		7016								90	2	98	190
suma	724	50	35	32	18	25	64	4	200	30	266		

Figura 6.24 Ejemplo de matriz OD utilizada para la definición de recorridos de taxi (PM, OP) (1)
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la campaña de campo

En la siguiente tabla puede verse un ejemplo de matriz OD que se hizo para el tramo 3 – sentido OP.

En la 3ª fila, correspondiente a los ID_salida, se indican los IDs de las vías en el modelo Aimsun donde se producen salidas de vehículos de la Alameda, y las entradas se realizarán por los IDs indicados en la 3ª columna.

Además, para garantizar la continuidad de flujo puede comprobarse que las casillas del mismo color coinciden en valores dentro de la misma fila o columna según corresponda. Ya que el primero es el valor medido, mientras que el segundo es la suma de los valores de fila o columna de la matriz OD.

		Nº taxis											
		ID_salida											
		16865	16504	16326	16079	20306	6543	6649	6799	7051	7025	724	
Nº taxis	ID_entrada	50	17041	50								50	
		160	17303		15	32	10	15	20		15	15	38
		4	17026				3		1				4
		60	16687		20		5		10		10	2	13
		9	16503					2	2		3		2
		16	16351				1	4			2	5	4
		35	16327				2	6		1	10	1	15
		43	16293				5	11			15		12
		21	6471					10			4		7
		4	6509						1				3
		23	6564							1		2	20
		109	6633						2		50	3	54
		190	7016								90	2	98
suma		724		50	35	32	18	25	64	4	200	30	266

Figura 6.25 Ejemplo de matriz OD utilizada para la definición de recorridos de taxi (PM, OP) (2)
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la campaña de campo

Una vez se completó la matriz, hubo que ordenar cada ID de salida con el de entrada y asignarle el flujo que se corresponda según dicha matriz.

Por ejemplo:

ID entrada	ID salida	Flujo de taxis (veh/hr)
16687	6543	10

Así, habrá un recorrido de 10 taxis en la hora punta mañana que entrará en la Alameda en la sección 16687 y saldrá en la 6543.

Este procedimiento se ha realizad para cada recorrido identificado de taxi, asignando así todos los que circularán por la Alameda a una sección de entrada y salida, de modo que cada recorrido quede completamente definido. Al introducirlo en el modelo, si se ha marcado como transporte colectivo, este ya debería circular de forma directa por la pista bus.

En el caso del Anteproyecto, los taxis han pasado a circular por las pistas de tránsito mixto, pero su introducción ha sido la misma que en el caso de la Situación Base.

En el Anexo 4 se presenta la definición de los distintos recorridos de taxi.

6.11. ITINERARIOS DE TAXIS COLECTIVOS Y BUSES INTERURBANOS

Tanto los taxis colectivos como los buses interurbanos se han introducido de la misma manera en los modelos de microsimulación. La información de partida procede del modelo estratégico del Proyecto, donde quedaban definidos los itinerarios de buses interurbanos y taxis colectivos.

En la siguiente imagen pueden observarse todas las líneas de taxi colectivo en área de estudio del eje Alameda-Providencia.

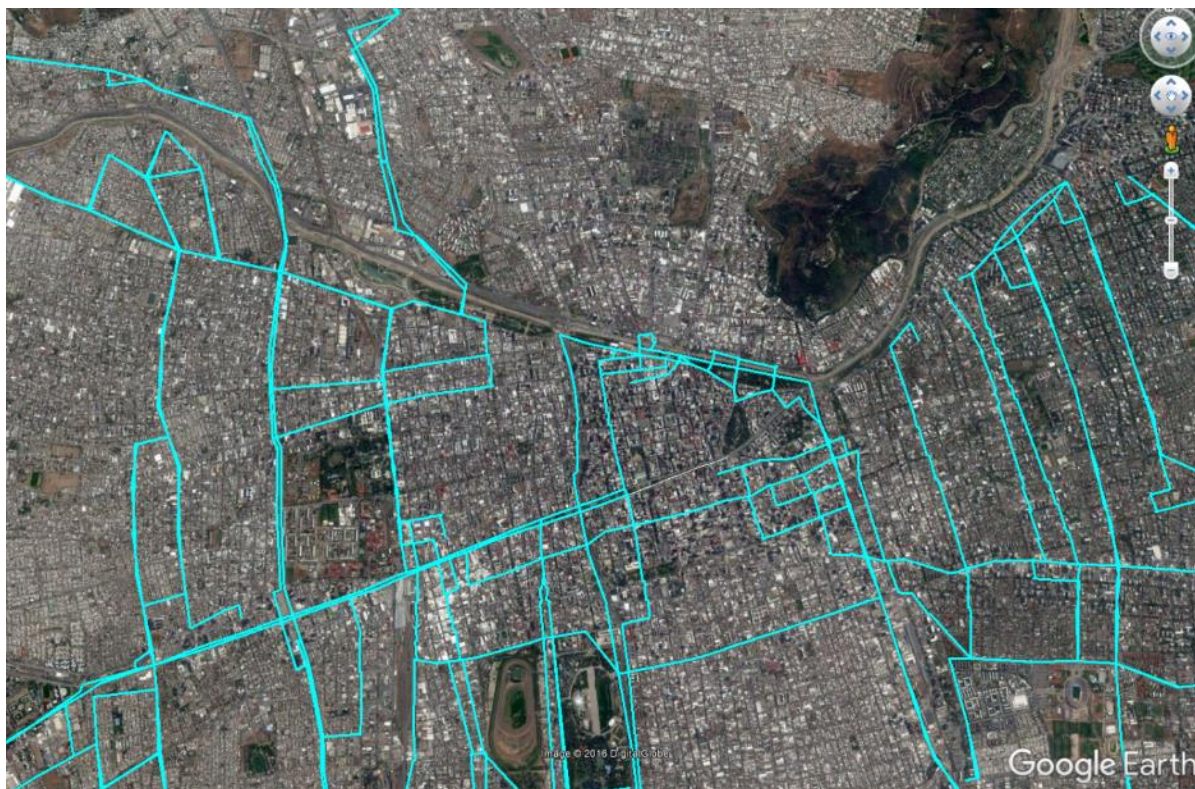


Figura 6.26 Líneas de taxi colectivo en el ámbito de estudio

Fuente: Modelo estratégico del proyecto

Del mismo modo, las rutas de bus interurbano para el ámbito de la avenida Alameda-Providencia son las que aparecen en la siguiente figura.

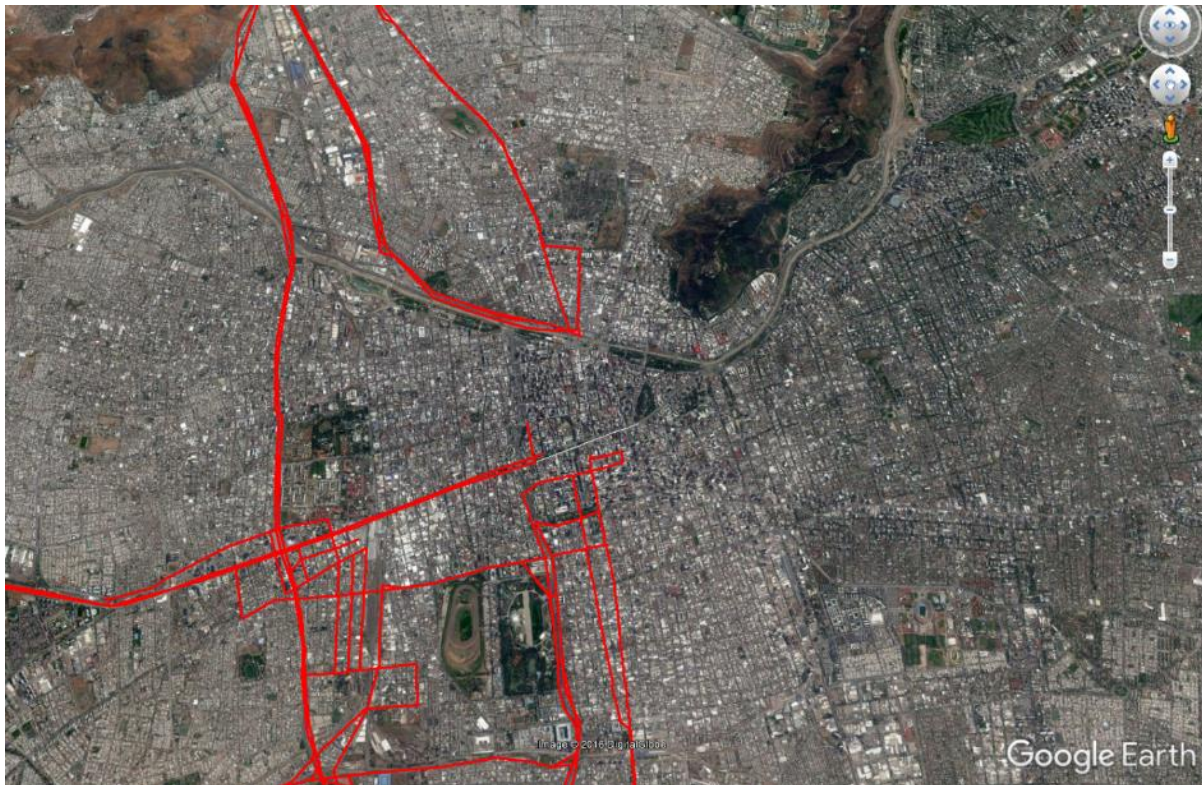


Figura 6.27 Líneas de bus interurbanos en el ámbito de estudio

Fuente: Modelo estratégico del proyecto

Una vez identificadas todas las líneas que pasan por la Alameda se identificó una a una la sección de entrada y de salida del eje.

Las líneas de taxi colectivo y bus interurbano se han introducido como rutas fijas, como se ha explicado anteriormente.

En cuanto a los intervalos de paso de taxi colectivo y bus interurbano, se obtuvieron del modelo estratégico para el periodo de simulación del modelo de la Punta Mañana. Sin embargo, no se dispone de dicho modelo estratégico para el periodo de Punta Tarde, por lo que para la obtención de los nuevos intervalos de paso correspondientes a este nuevo periodo de simulación se trabajó con los aforos disponibles para analizar las posibles diferencias en los flujos medidos de estos dos tipos de vehículos durante los dos periodos estudiados. Para ello, se ha seguido la metodología explicada a continuación.

- I) Para cada intersección de la que se disponía de aforos de Taxis Colectivos y Buses Interurbanos, se anotó el flujo medido que circula por el eje de estudio, diferenciando por tipología vehicular y por periodo de medición.
- II) Una vez obtenida la medición para cada tipo de vehículo en cada intersección aforada y para cada periodo de medición, se estimó un ratio que representa el

número de vehículos que transitan por la Alameda entre el Periodo Punta Mañana y el Punta Tarde. Los resultados obtenidos fueron los siguientes.

Tipología Vehicular	Ratios PM/PT
Taxis Colectivos	0,95
Buses Interurbanos	1,15

Figura 6.28 Ratio del número de vehículos que transitan por la Alameda entre PM/PT

Fuente: Elaboración propia

- III) Puede concluirse que el número de vehículos de cada tipo que transitan por el eje Alameda es similar en ambos periodos (ya que observamos que los ratios tienen un valor muy cercano a 1),
- IV) Para efectos prácticos, se consideró para el periodo de Punta Tarde, las mismas rutas y los mismos intervalos de paso que en el periodo de Punta Mañana (para ambas tipologías vehiculares).
- V) Los resultados anteriores se consideraron razonables y consistentes, por cuanto estamos analizando un proyecto en el centro de Santiago y se espera una simetría, diferente sería el caso si se estuviera analizando un eje en la periferia donde se pueden esperar asimetrías.

Se presenta la definición de las rutas de buses interurbanos y de taxis colectivos en el Anexo 3.

6.12. INTERFERENCIA PEATONAL

La presencia de pasos de peatones en la propia Alameda así como en vías transversales, provoca en algunos puntos bloqueos para los flujos vehiculares que se traducen en pérdidas de capacidad de las pistas.

El caso más común es el de un paso de peatones colocado en la calle transversal, junto a la intersección. El problema aparece cuando ambos, tanto peatones como autos tienen verde. Luego, los vehículos deben detenerse para esperar a que los peatones acaben de atravesar.

Se define como bloqueo peatonal aquella “barrera” que crean los peatones al atravesar la calle, impidiendo así el paso de los autos, provocando en muchas ocasiones que estos se detengan en la calle principal formando colas. La barrera peatonal está definida como el corte de flujo de los vehículos, es decir, actúa del mismo modo que un semáforo.

Antes de empezar a designar bloqueos peatonales, se tuvo que identificar todos los pasos de peatones que había a lo largo del eje Alameda-Providencia y de sus calles transversales.

A partir del listado de pasos de peatones se hizo un filtro para ver cuáles de esos eran conflictivos y por tanto, generan una barrera peatonal. Para ello hay que distinguir si los peatones tienen flujo libre o no, es decir, si el paso peatonal está vinculado a una fase semafórica exclusivamente para peatones, no se producirá barrera peatonal pues la fase de autos estará separada de la suya.

Por el contrario, si tanto los peatones como los autos discurren en flujo libre en una intersección, habrá que añadir una barrera peatonal.

En el siguiente ejemplo pueden verse tres casos diferentes de paso de peatones que se encuentran en la avenida (siempre que puedan ser conflictivas con los vehículos). Las barreras peatonales se dibujan como una franja verde.

Caso 1 – Intersección no semaforizada. En este caso tanto los autos como los peatones tienen paso libre, luego habrá que poner una barrera peatonal que regule el paso de los peatones y el de los vehículos que giren hacia el sur.

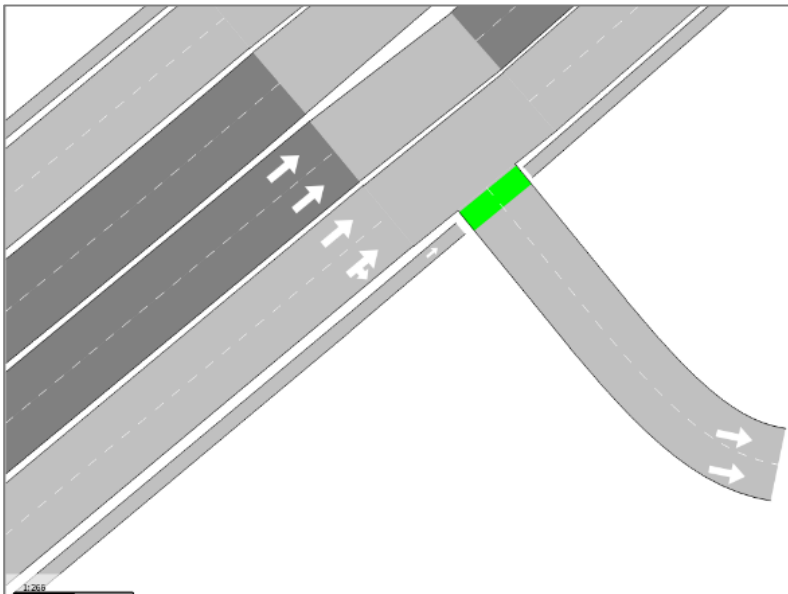


Figura 6.29 Ejemplo de colocación de barrera peatonal en intersección no semaforizada

Fuente: Elaboración propia

Caso 2 – Intersección semaforizada. En estos casos la fase de peatones y la de vehículos entran en conflicto para todos aquellos peatones que crucen mientras los autos realicen un viraje hacia la derecha.

En el ejemplo de la figura siguiente, si no se pusiera la barrera la modelación consideraría que los peatones no podrían cruzar nunca, pues en ningún momento el tramo oriente de la Alameda tiene el tránsito interrumpido. En este ejemplo puede verse que el paso de peatones nunca tiene prioridad de paso, y por tanto, requiere una barrera peatonal que funcionará durante una parte de la fase 1, cuando los vehículos giren a la derecha desde la Calle Seminario hacia la Alameda. De esta forma se recoge el efecto real de la interferencia.

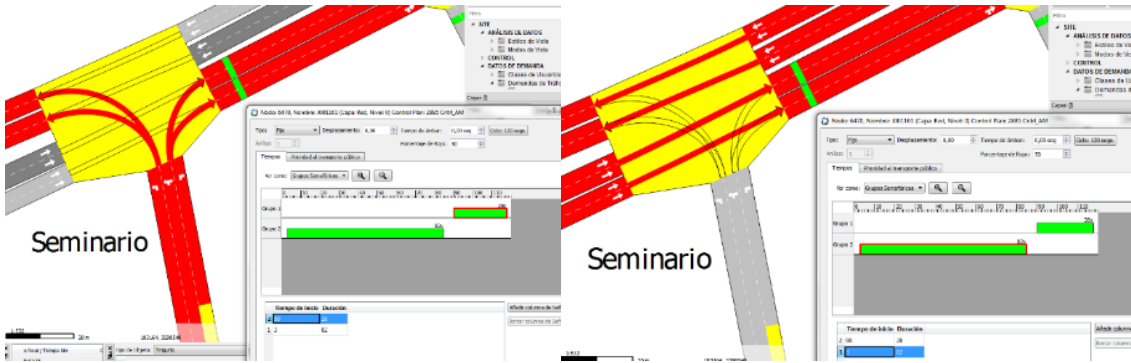


Figura 6.30 Ejemplo de colocación de barrera peatonal en intersección semaforizada

Fuente: Elaboración propia

Caso 3 – Intersección semaforizada con fase peatonal exclusiva. En este caso ya existe una fase exclusiva para peatones, con lo cual no hará falta colocar ninguna barrera peatonal.

A nivel de configuración, se han vinculado las barreras peatonales con flujo libre de peatones a las fases semafóricas de las intersecciones colindantes con ese punto. De modo que cuando actúe la barrera haya vehículos en esa zona.

El dimensionamiento de una barrera se ha hecho basándose en un conjunto de mediciones peatonales realizadas en la mayoría de intersecciones. Aquellas en las que no se tenía información se han estimado haciendo que cumplan la continuidad de peatones en la mayor medida posible. Para determinar los tiempos de bloqueo se realizaron mediciones en distintos puntos de la Alameda, para determinar el porcentaje de verde que quedaba bloqueado como consecuencia de la presencia de peatones.

En el caso de cruce de peatones desde o hacia el bandejón central situado en el eje Alameda (en la situación con proyecto), se efectuará con pasos peatonales coordinados con los movimientos compatibles de vehículos en las vías transversales al eje.



Figura 6.31 Imagen de las observaciones realizadas para caracterizar los bloqueos peatonales

Se presentan a continuación los valores medidos en campo.

Tabla 6.16 Mediciones de tiempos de bloqueo peatonal

Tramo	Intersección	Mov	Tiempo de Verde Fase Vehicular (seg)	Tiempo de Bloqueo Pevalonal (seg)					Proporci3n de verde perdido	Medicion es de peatones (pax/hr)
				Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Prom edio		
4	Providencia / La Concepci3n	NP	44	20	18	26	20	21,0	0,48	653
4	Nueva Providencia / Pedro de Valdivia	PN	77	12	18	10	12	13,0	0,17	622
4	Providencia / Pedro de Valdivia	OS	37	18	15	14	20	16,8	0,45	269
3	Alameda / Portugal	SO	36	26	27	25	26	26,0	0,72	848
3	Alameda / Ram3n Corval3n	PS	28	21	18	15	21	18,8	0,67	439
3	Alameda / Ram3n Corval3n	NP	40	27	24	32	30	28,3	0,71	439
3	Providencia / Salvador	SO	35	4	12	16	18	12,5	0,36	1215
3	Alameda / San Antonio	NP	30	18	20	26	19	20,8	0,69	474
2	Chacabuco / Alameda	NP	32	23	25	22	25	23,8	0,74	316
2	Alameda / Bascu3n Guerrero	SO	33	6	11	16	10	10,8	0,33	188
1	Alameda / Los Alerces	PS	60	41	33	34	39	36,8	0,61	173
1	Alameda / General Vel3squez	SO	38	15	4	14	16	12,3	0,32	-
1	Alameda / Las Rejas	NP	38	17	20	16	24	19,3	0,51	986
				Promedio general				20,0	0,52	
				Desv. Est3ndar				7,44	0,19	

Fuente: Elaboraci3n propia a partir de datos de la campaa de campo

As3, segun el nmero de peatones que cruzan por un paso peatonal en cada calle (obtenido de las mediciones) se ha asociado un tiempo de verde a esa barrera.

En funci3n del flujo que cruza el paso de peatones se han establecido los siguientes tiempos de bloqueo generales:

Tabla 6.17 Tiempos de bloqueo asociados a cada tipo de barrera

Actividad Pevalonal	Tiempo de Bloqueo (seg)
Menor o igual que 100 peatones/hr	0
Mayor que 100 y menor o igual que 250 peatones/hr	2
Mayor que 250 y menor o igual que 500 peatones/hr	10
Mayor que 500 y menor que 2.500 peatones/hr	20
Mayor o igual que 2.500 peatones/hr	30

Cabe destacar que en los casos en los que se ten3an tiempos de paso de peatones medidos in situ, se ha usado dicho valor. En el resto de los casos se aplic3 la tabla anterior.

Se muestran a continuaci3n las tablas con la definici3n de las barreras que simulan el efecto del bloqueo consecuencia del flujo peatonal en cada uno de los tramos, definiendo su localizaci3n, grupo semaforico al que va asociado, flujo peatonal, y los tiempos de bloqueo.

Los tres 3ltimos par3metros se definen en AIMSUN para simular el efecto deseado.

Los valores de los bloqueos se han mantenido para todas las modelaciones realizadas, tanto en Situaci3n Actual como en Anteproyecto.

Tabla 6.18 Tiempos de bloqueo peatonal (segundos) en pasos de peatones del
Tramo 1. Punta Mañana

Calzada	Observación	Nº link	Intersección	Flujo peatonal	Tiempo bloqueo	Ciclo	Desplazamiento	Duración Verde
Alameda N	Poniente de Las Rejas	8655	j008161	986	19	120	116	101
Alameda S	Oriente Las Rejas	8634	j008161	3850	30	120	127	90
Rejas P	Sur de Alameda	8768	j008161	457	10	120	20	110
Rejas P	Sur de Alameda	8530	j008161	457	10	120	20	110
Rejas O	Norte de Alameda	8752	j008161	565	20	120	30	100
Alameda N	Poniente de Radal	8486	j008171	269	10	120	129	110
Alameda N	Poniente de Radal	8502	j008171	269	10	120	129	110
Alameda N	Poniente de General Amengual	8397	j008183	161	10	120	19	110
Alameda N	Poniente de General Amengual	8402	j008183	161	10	120	19	110
Gral Amengual	Sur de Alameda	8415	j008183	187	10	120	39	110
Concón	Norte de Alameda	8311	j008221	102	10	120	44	110
Toro Mazote	Sur de Alameda	8331	j008421	3192	30	120	139	90
Alameda N	Poniente de Toro Mazote	8305	j030421	387	10	120	83	110
Alameda N	Poniente de Toro Mazote	8334	j030421	387	10	120	83	110
Alameda S	Oriente de Toro Mazote	8217	j030421	90	2	120	78	118
Alameda S	Oriente de Toro Mazote	8349	j030421	90	2	120	78	118
Alameda N	Poniente de Alberto Hurtado	8683	j030111	649	20	120	84	100
Alameda N	Poniente de Alberto Hurtado	8695	j030111	649	20	120	84	100
Alberto Hurtado O	Norte de Alameda	8896	j030112	574	20	120	125	100
Alberto Hurtado P	Sur de Alameda	8207	j030111	765	20	120	125	100
Nicasio Retamales	Norte de Alameda	8098	j030121	288	10	120	117	110
Alameda N	Poniente de Nicasio	8122	j030121	312	10	120	85	110
Alameda N	Poniente de Nicasio	8119	j030121	312	10	120	85	110
Alameda S	Oriente de Nicasio	8113	j030121	26	2	120	77	118
Alameda S	Oriente de Nicasio	8262	j030121	26	2	120	77	118
Ruiz Tagle	Sur de Alameda	8135	j030141	1720	20	120	137	100
Alameda N	Poniente de Ruiz Tagle	8126	j030141	440	10	120	102	110
Alameda N	Poniente de Ruiz Tagle	8149	j030141	440	10	120	102	110
Obispo Umaña	Norte de Alameda	7975	j0300211	369	10	120	13	110
Alameda N	Poniente de Obispo	8158	j0300211	228	10	120	97	110
Alameda N	Poniente de Obispo	8172	j0300211	228	10	120	97	110
Alameda S	Oriente de Obispo	8183	j0300211	7	2	120	89	118
Alameda S	Oriente de Obispo	8175	j0300211	7	2	120	89	118
Hermano Arellano	Sur de Alameda	8200	j030162	723	20	120	24	100
San Francisco de Borja	Sur de Alameda	8073	j046122	1134	20	120	125	100
Alameda N	Poniente de Exposición	7889	j046141	316	24	120	121	96
Alameda N	Poniente de Exposición	7885	j046141	316	24	120	121	96
Bascuñán Guerrero	Norte de Alameda	7840	j046151	237	10	120	124	110
Alameda N	Poniente de Bascuñán Guerrero	7887	j046151	28	2	120	59	118
Alameda N	Poniente de Bascuñán Guerrero	7919	j046151	28	2	120	59	118
Alameda S	Oriente de Bascuñán Guerrero	7910	j046152	196	11	120	70	109
Alameda S	Oriente de Bascuñán Guerrero	7905	j046152	196	11	120	70	109
Alameda S	Oriente de Padre Hurtado	8233	j030112	280	12	120	76	108
Alameda S	Oriente de Padre Hurtado	8231	j030112	280	12	120	76	108
Los Alerces	Alameda Sur	8786		173	42	60	47	18
Las Rejas Poniente	Ecuador Sur	8751	j008151	750	20	120	43	106
Alameda Sur	Oriente de Concón	8288	j008221	243	10	120	130	110
Alameda Sur	Oriente de Concón	8279	j008221	243	10	120	130	110
Placilla	Alameda Sur	8891	j008221	245	10	120	44	110
Marinero Díaz	Alameda Sur	20411	j030162	723	20	120	24	100
Avenida Ecuador	Alameda Norte	7966	j046131	1450	20	120	28	100
Ramal Exposición	Alameda Sur	7993		200	10	120	72	110
San Alfonso	Alameda Sur	8955	j046142	350	10	120	99	110
San Alfonso	Alameda Norte	8953	j046142	300	10	120	99	110

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.19 Tiempos de bloqueo peatonal (segundos) en pasos de peatones del
Tramo 1. Punta Tarde

Calzada	Observación	Nº link	Intersección	Flujo peatonal	Tiempo bloqueo	Ciclo	Desplazamiento	Duración Verde
Alameda N	Poniente de Las Rejas	8655	j008161	2249	19	120	99	101
Alameda S	Oriente Las Rejas	8635	j008161	3850	20	120	100	100
Rejas P	Sur de Alameda	8768	j008161	457	10	120	40	110
Rejas P	Sur de Alameda	8530	j008161	457	10	120	40	110
Rejas O	Norte de Alameda	8752	j008161	565	20	120	40	100
Alameda N	Poniente de Radal	8486	j008171	269	10	120	10	110
Alameda N	Poniente de Radal	8502	j008171	269	10	120	10	110
Alameda N	Poniente de General Amengual	8397	j008183	161	0	120	3	120
Alameda N	Poniente de General Amengual	8402	j008183	161	0	120	3	120
Gral Amengual	Sur de Alameda	8415	j008183	187	10	120	47	110
Concón	Norte de Alameda	8311	j008221	102	10	120	44	110
Toro Mazote	Sur de Alameda	8331	j008421	3192	30	120	26	90
Alameda N	Poniente de Toro Mazote	8305	j030421	387	20	120	92	100
Alameda N	Poniente de Toro Mazote	8334	j030421	387	20	120	92	100
Alameda S	Oriente de Toro Mazote	8217	j030421	90	2	120	74	118
Alameda S	Oriente de Toro Mazote	8349	j030421	90	2	120	74	118
Alameda N	Poniente de Alberto Hurtado	8683	j030111	649	20	120	92	100
Alameda N	Poniente de Alberto Hurtado	8695	j030111	649	20	120	92	100
Alberto Hurtado O	Norte de Alameda	8896	j030112	574	20	120	13	100
Alberto Hurtado P	Sur de Alameda	8207	j030111	765	20	120	13	100
Nicasio Retamales	Norte de Alameda	8098	j030121	288	10	120	3	110
Alameda N	Poniente de Nicasio	8122	j030121	312	10	120	92	110
Alameda N	Poniente de Nicasio	8119	j030121	312	10	120	92	110
Alameda S	Oriente de Nicasio	8113	j030121	26	2	120	84	118
Alameda S	Oriente de Nicasio	8262	j030121	26	2	120	84	118
Ruiz Tagle	Sur de Alameda	8135	j030141	1720	30	120	32	90
Alameda N	Poniente de Ruiz Tagle	8126	j030141	440	10	120	94	110
Alameda N	Poniente de Ruiz Tagle	8149	j030141	440	10	120	94	110
Obispo Umaña	Norte de Alameda	7975	j0300211	369	20	120	29	100
Alameda N	Poniente de Obispo	8158	j0300211	228	10	120	100	110
Alameda N	Poniente de Obispo	8172	j0300211	228	10	120	100	110
Alameda S	Oriente de Obispo	8183	j0300211	7	2	120	92	118
Alameda S	Oriente de Obispo	8175	j0300211	7	2	120	92	118
Hermano Arellano	Sur de Alameda	8200	j030162	723	30	120	41	90
San Francisco de Borja	Sur de Alameda	8073	j046122	1134	30	120	32	90
Alameda N	Poniente de Exposición	7889	j046141	316	10	120	93	110
Alameda N	Poniente de Exposición	7885	j046141	316	10	120	93	110
Alameda S	Oriente de Exposición	8017	j046142	139	10	120	97	110
Alameda S	Oriente de Exposición	8011	j046142	139	10	120	97	110
Bascuñán Guerrero	Norte de Alameda	7840	j046151	237	30	120	42	90
Alameda N	Poniente de Bascuñán Guerrero	7887	j046151	28	2	120	80	118
Alameda N	Poniente de Bascuñán Guerrero	7919	j046151	28	2	120	80	118
Alameda S	Oriente de Bascuñán Guerrero	7910	j046152	196	11	120	91	109
Alameda S	Oriente de Bascuñán Guerrero	7905	j046152	196	11	120	91	109
Alameda S	Oriente de Padre Hurtado	8233	j030112	280	10	120	84	110
Alameda S	Oriente de Padre Hurtado	8231	j030112	280	12	120	84	108
Los Alcerces	Alameda Sur	8786		173	37	60	45	18
Las Rejas Poniente	Ecuador Sur	8751	j008151	750	20	120	56	100
Alameda Sur	Oriente de Concón	8288	j008221	243	10	120	2	110
Alameda Sur	Oriente de Concón	8279	j008221	243	10	120	2	110
Placilla	Alameda Sur	8891	j008221	245	10	120	42	110
Marinero Diaz	Alameda Sur	20411	j030162	723	20	120	22	100
Avenida Ecuador	Alameda Norte	7966			20	120	1	100
Ramal Exposición	Alameda Sur	7993		200	10	120	10	110
San Alfonso	Alameda Sur	8955	j046142	350	10	120	10	110
San Alfonso	Alameda Norte	8953	j046142	300	10	120	10	110

Fuente: Elaboración propia

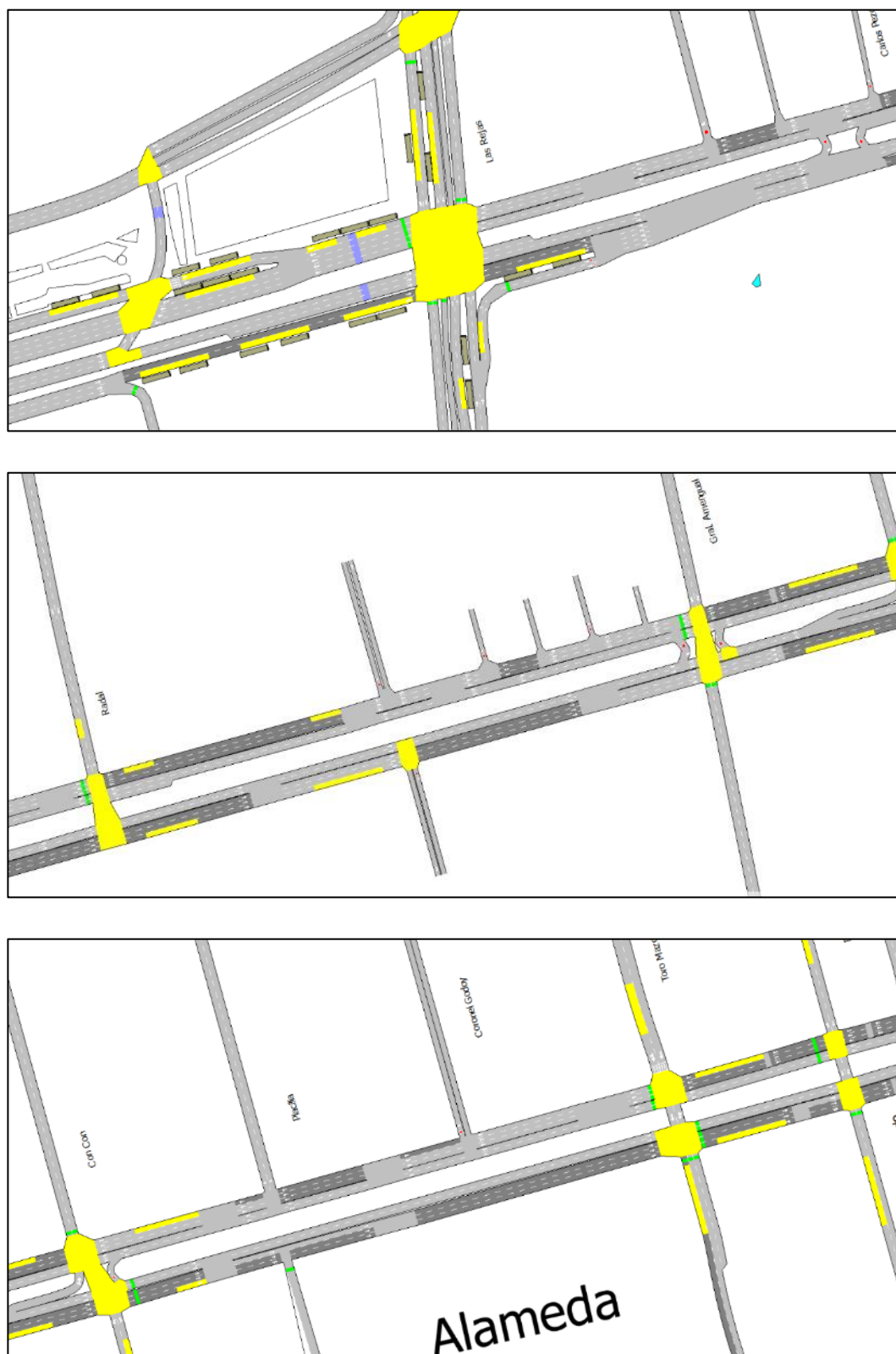


Figura 6.32 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 1
 Fuente: Elaboración propia

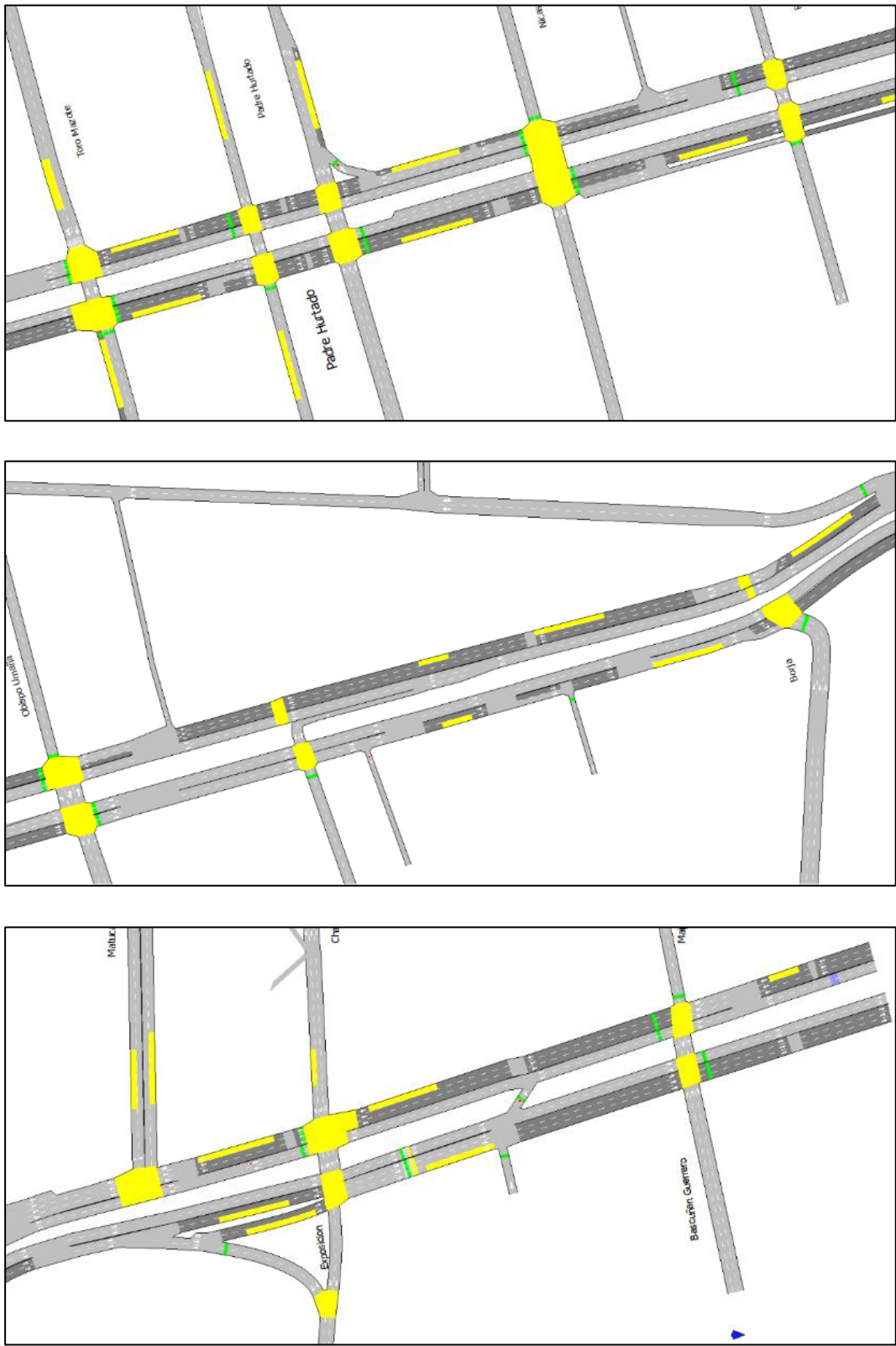


Figura 6.33 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 1 (continuación)
Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.20 Tiempos de bloqueo peatonal (segundos) en pasos de peatones del Tramo 2 (Punta Mañana)

Calzada	Observación	Nº link	Intersección	Flujo peatonal	Tiempo bloqueo	Ciclo	Desplazamiento	Duración Verde
Alameda N	Poniente de Exposición	7889	j046141	316	24	120	121	96
Alameda N	Poniente de Exposición	7885	j046141	316	24	120	121	96
Bascuñán Guerrero	Norte de Alameda	7840	j046151	237	10	120	124	110
Alameda N	Poniente de Bascuñán Guerrero	7887	j046151	28	2	120	59	118
Alameda N	Poniente de Bascuñán Guerrero	7919	j046151	28	2	120	59	118
Alameda S	Oriente de Bascuñán Guerrero	7910	j046152	196	11	120	70	109
Alameda S	Oriente de Bascuñán Guerrero	7905	j046152	196	11	120	70	109
Esperanza	Sur de Alameda	7939	j046162	801	20	120	140	100
Alameda N	Poniente de Esperanza	7930	j046161	195	10	120	95	110
Alameda N	Poniente de Esperanza	7952	j046161	195	10	120	95	110
Alameda S	Oriente de Esperanza	7815	j046162	22	2	120	82	118
Alameda S	Oriente de Esperanza	7937	j046162	22	2	120	82	118
Libertad	Norte de Alameda	7832	j046171	695	20	120	22	100
Alameda S	Oriente Libertad	7679	j046172	112	10	120	94	110
Alameda S	Oriente Libertad	7675	j046172	112	10	120	94	110
España	Sur de Alameda	7671	j046182	1540	20	120	37	100
Alameda N	Poniente de España	7706	j046181	449	10	120	11	110
Alameda N	Poniente de España	7713	j046181	449	10	120	11	110
Ricardo Cumming	Norte de Alameda	7498	j046191	540	20	120	29	100
Brasil	Norte de Alameda	7380	j046211	1037	20	120	32	100
Alameda N	Poniente de Brasil	7596	j046211	133	10	120	99	110
Alameda N	Poniente de Brasil	7598	j046211	133	10	120	99	110
Alameda S	Oriente de Brasil	7750	j046212	583	20	120	95	100
Alameda S	Oriente de Brasil	7745	j046212	583	20	120	95	100
Cienfuegos	Norte de Alameda	7388	j046221	1306	20	120	35	100
Alameda N	Poniente de Cienfuegos	7605	j046221	223	10	120	98	110
Alameda N	Poniente de Cienfuegos	7635	j046221	223	10	120	98	110
Alameda S	Oriente de Cienfuegos	7582	j046222	329	10	120	99	110
Alameda S	Oriente de Cienfuegos	7572	j046222	329	10	120	99	110
Los Héroes N	Calzada Oriente	7358	j046371	1479	20	120	18	100
Los Héroes S	Calzada Poniente	7642	j046372	3605	30	120	28	90
Alameda N	Poniente Héroes	7527	j046371	612	20	120	98	100
Alameda N	Poniente Héroes	7541	j046371	612	20	120	98	100
18	Norte de Alameda	6955	j046231	512	20	120	27	100
Alameda N	Poniente de 18	7215	j046231	1115	20	120	92	100
Alameda N	Poniente de 18	7223	j046231	1115	20	120	92	100
Alameda S	Oriente de 18	7204	j046232	364	10	120	85	110
Alameda S	Oriente de 18	7333	j046232	364	10	120	85	110
San Ignacio	Sur de Alameda	7202	j046242	1680	20	120	23	100
Alameda N	Poniente de S.Ign	7230	j046241	287	10	120	81	110
Alameda N	Poniente de S.Ign	7255	j046241	287	10	120	81	110
Alameda S	Oriente de S.Ign	7198	j046242	515	20	120	95	100
Alameda S	Oriente de S.Ign	7200	j046242	515	20	120	95	100
Alameda N	Poniente de Lord	6868	j046251	947	20	120	24	100
Alameda N	Poniente de Lord	6873	j046251	947	20	120	24	100
Alameda S	Oriente de Lord	6867	j046252	1068	20	120	86	100
Alameda S	Oriente de Lord	7260	j046252	1068	20	120	86	100
Nathaniel Cox	Sur de Alameda	6881	j046262	1059	20	120	27	100
Alameda S	Oriente de Zenteno	6911	j046272	983	20	120	92	100
Alameda S	Oriente de Zenteno	6913	j046272	983	20	120	92	100
Alameda N	Poniente de San Antonio	7029	j046311	474	21	120	81	99
Alameda N	Poniente de San Antonio	7029	j046311	474	21	120	81	99
Mac Iver	Alameda N	7051	j046321	1087	20	120	107	100
Av Ecuador	Alameda N	7966		600	70	120	12	50
Ramal Exposición	Alameda S	7993		200	10	120	72	110
San Alfonso S	Alameda S	8955	j046142	350	10	120	99	110
San Alfonso N	Alameda S	8953	j046142	300	10	120	99	110
Rodulfo Phillippi	Alameda S	20359	j046162	799	20	120	100	100
Gral Bulnes	Alameda N	7508	j046194	320	10	120	14	110
Abdón Cifuentes	Alameda S	8967	j046193	1550	20	120	31	100
Almirante Latorre	Alameda S	7688	j046212	1100	20	120	35	100
Ejército libertador	Alameda S	7624	7621	1600	20	120	45	100
Manuel Rodríguez S	Alameda S	7521	j046372	1383	20	120	18	100
Almirante Barroso	Alameda N	7352	j046371	1300	20	120	18	100
Fanor Velasco	Alameda N	20868	j046231	500	20	120	27	100
Teatinos	Alameda N	6894	j046261	1200	20	120	106	100
Teatinos	Alameda N	6921	j046261	1200	20	120	106	100
San Francisco	Alameda S	7021	j046311	1400	20	120	114	100
Miraflores	Alameda N	6799	j046381	600	20	120	38	100
Santa Rosa Oriente	Alameda S	7018	j046321	3830	30	120	117	90
Amunategui	Alameda N	6896	j046251	3000	30	120	85	90

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.21 Tiempos de bloqueo peatonal (segundos) en pasos de peatones del
Tramo 2 (Punta Tarde)

Calzada	Observación	Nº link	intersección	Flujo peatonal	Tiempo bloqueo	Ciclo	Desplazamiento	Duración Verde
Alameda N	Poniente de Exposición	7889	j046141	1285	24	120	126	96
Alameda N	Poniente de Exposición	7885	j046141	1285	24	120	126	96
Bascañán Guerrero	Norte de Alameda	7840	j046151	2794	30	120	42	90
Alameda N	Poniente de Bascañán Guerrero	7887	j046151	397	10	120	88	110
Alameda N	Poniente de Bascañán Guerrero	7919	j046151	397	10	120	88	110
Alameda S	Oriente de Bascañán Guerrero	7910	j046152	1734	11	120	91	109
Alameda S	Oriente de Bascañán Guerrero	7905	j046152	1734	11	120	91	109
Esperanza	Sur de Alameda	7939	j046162	1364	20	120	39	100
Alameda N	Poniente de Esperanza	7930	j046161	946	20	120	121	100
Alameda N	Poniente de Esperanza	7952	j046161	946	20	120	121	100
Alameda S	Oriente de Esperanza	7815	j046162	20	2	120	98	118
Alameda S	Oriente de Esperanza	7937	j046162	20	2	120	98	118
Libertad	Norte de Alameda	7832	j046171	1760	20	120	33	100
Alameda S	Oriente Libertad	7679	j046172	263	10	120	109	110
Alameda S	Oriente Libertad	7675	j046172	263	10	120	109	110
España	Sur de Alameda	7671	j046182	2403	30	120	50	90
Alameda N	Poniente de España	7706	j046181	391	10	120	16	110
Alameda N	Poniente de España	7713	j046181	391	10	120	16	110
Ricardo Cumming	Norte de Alameda	7498	j046191	915	20	120	57	100
Brasil	Norte de Alameda	7380	j046211	1523	20	120	54	100
Alameda N	Poniente de Brasil	7596	j046211	321	10	120	114	110
Alameda N	Poniente de Brasil	7598	j046211	321	10	120	114	110
Alameda S	Oriente de Brasil	7750	j046212	1132	20	120	104	100
Alameda S	Oriente de Brasil	7745	j046212	1132	20	120	104	100
Cienfuegos	Norte de Alameda	7388	j046221	2105	30	120	67	90
Alameda N	Poniente de Cienfuegos	7605	j046221	550	20	120	16	100
Alameda N	Poniente de Cienfuegos	7635	j046221	550	20	120	16	100
Alameda S	Oriente de Cienfuegos	7582	j046222	1500	30	120	22	90
Alameda S	Oriente de Cienfuegos	7572	j046222	1500	30	120	22	90
Los Héroes N	Calzada Oriente	7358	j046371	1976	20	120	56	100
Los Héroes S	Calzada Poniente	7642	j046372	2099	30	120	66	90
Alameda N	Poniente Héroes	7527	j046371	1026	20	120	7	100
Alameda N	Poniente Héroes	7541	j046371	1026	20	120	7	100
18	Norte de Alameda	6955	j046231	781	20	120	47	100
Alameda N	Poniente de 18	7215	j046231	747	20	120	1	100
Alameda N	Poniente de 18	7223	j046231	747	20	120	1	100
Alameda S	Oriente de 18	7204	j046232	389	10	120	105	110
Alameda S	Oriente de 18	7333	j046232	389	10	120	105	110
San Ignacio	Sur de Alameda	7202	j046242	1241	20	120	109	100
Alameda N	Poniente de S.Ign	7230	j046241	533	20	120	116	100
Alameda N	Poniente de S.Ign	7255	j046241	533	20	120	116	100
Alameda S	Oriente de S.Ign	7198	j046242	441	10	120	109	110
Alameda S	Oriente de S.Ign	7200	j046242	441	10	120	109	110
Alameda N	Poniente de Lord	6868	j046251	1309	20	120	15	100
Alameda N	Poniente de Lord	6873	j046251	1309	20	120	15	100
Alameda S	Oriente de Lord	6867	j046252	1307	20	120	15	100
Alameda S	Oriente de Lord	7260	j046252	1307	20	120	15	100
Nathaniel Cox	Sur de Alameda	6881	j046262	3355	30	120	66	90
Alameda S	Oriente de Zenteno	6911	j046272	1386	20	120	6	100
Alameda S	Oriente de Zenteno	6913	j046272	1209	20	120	6	100
Alameda N	Poniente de San Antonio	7029	j046311	1420	21	120	110	99
Alameda N	Poniente de San Antonio	7029	j046311	1420	21	120	110	99
Mac Iver	Alameda N	7051	j046321	3574	30	120	47	90
Av Ecuador	Alameda N	7966		600	20	120	20	100
Ramal Exposición	Alameda S	7993		200	10	120	70	110
San Alfonso S	Alameda S	8955	j046142	350	10	120	97	110
San Alfonso N	Alameda S	8953	j046142	300	10	120	97	110
Rodulfo Phillippi	Alameda S	20359	j046162	1698	20	120	98	100
Grál Bulnes	Alameda N	7508	j046194	806	20	120	22	100
Abdón Cifuentes	Alameda S	8967	j046193	2098	30	120	39	90
Almirante Latorre	Alameda S	7688	j046212	1132	20	120	57	100
Ejército libertador	Almaeda S	7624	7621	1727	20	120	57	100
Manuel Rodríguez S	Alameda S	7521	j046372	1976	20	120	56	100
Almirante Barroso	Alameda N	7352	j046371	2105	30	120	66	90
Fanor Velasco	Alameda N	20868	j046231	1976	20	120	25	100
Teatinos	Alameda N	6894	j046261	1716	20	120	5	100
Teatinos	Almaeda N	6921	j046261	1716	20	120	5	100
San Francisco	Alameda S	7021	j046311	5148	30	120	43	90
Miraflores	Alameda N	6799	j046381	3574	75	120	57	45
Amunategui	Alameda N	6896	j046251	3335	30	120	61	90

Fuente: Elaboración propia

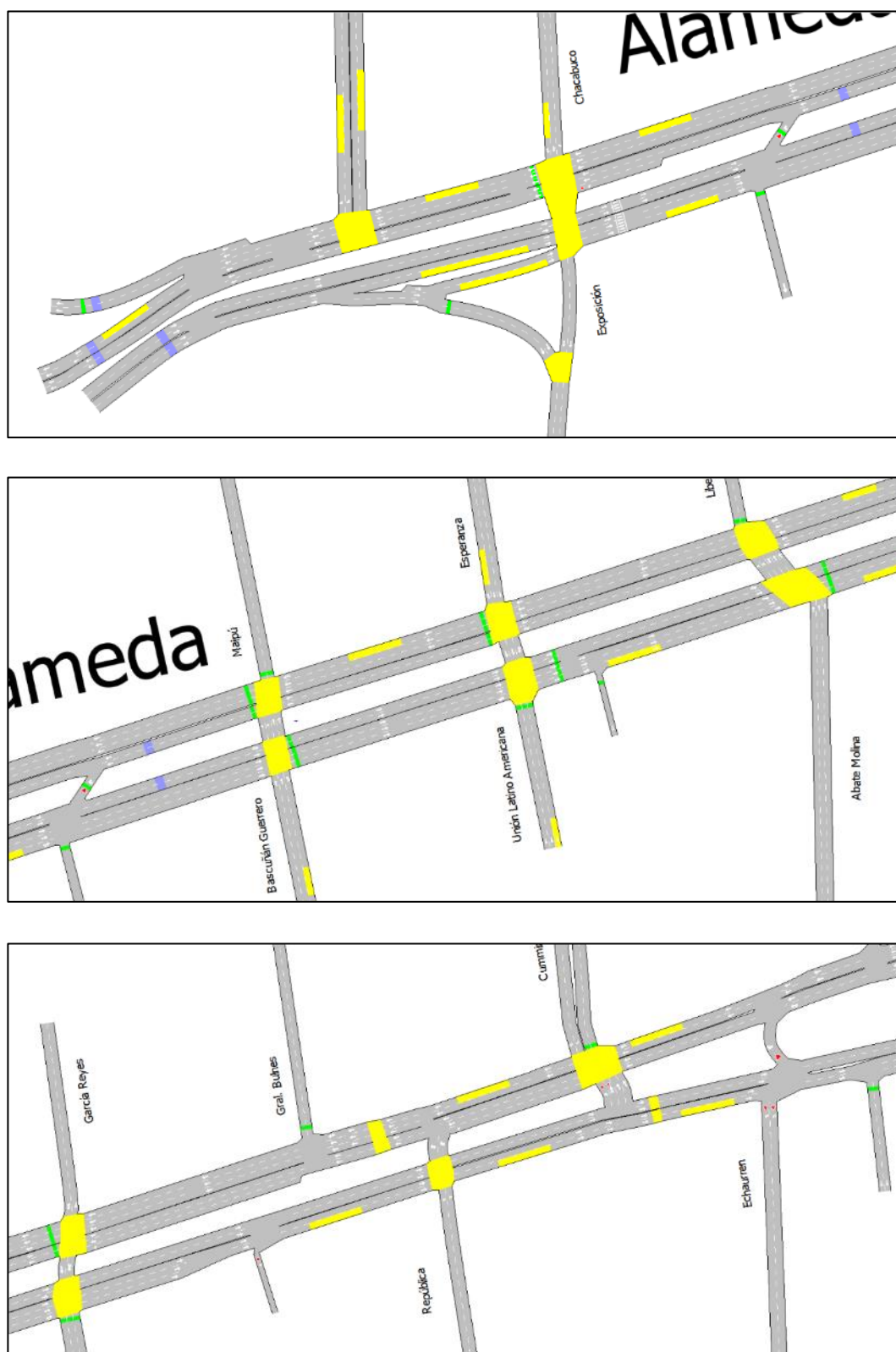


Figura 6.34 Localización barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 2
 Fuente: Elaboración propia

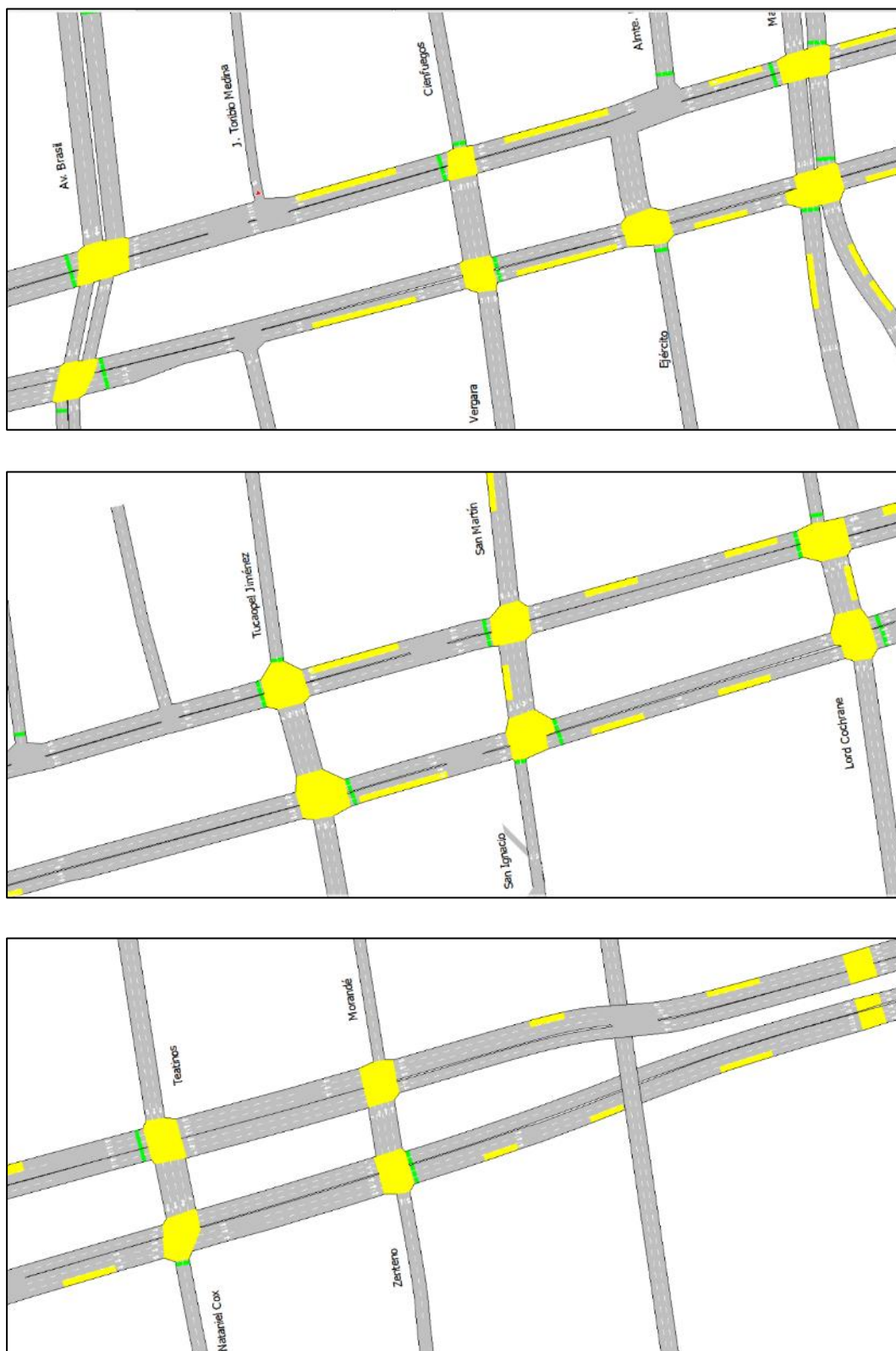


Figura 6.35 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 2 (continuación 1)

Fuente: Elaboración propia

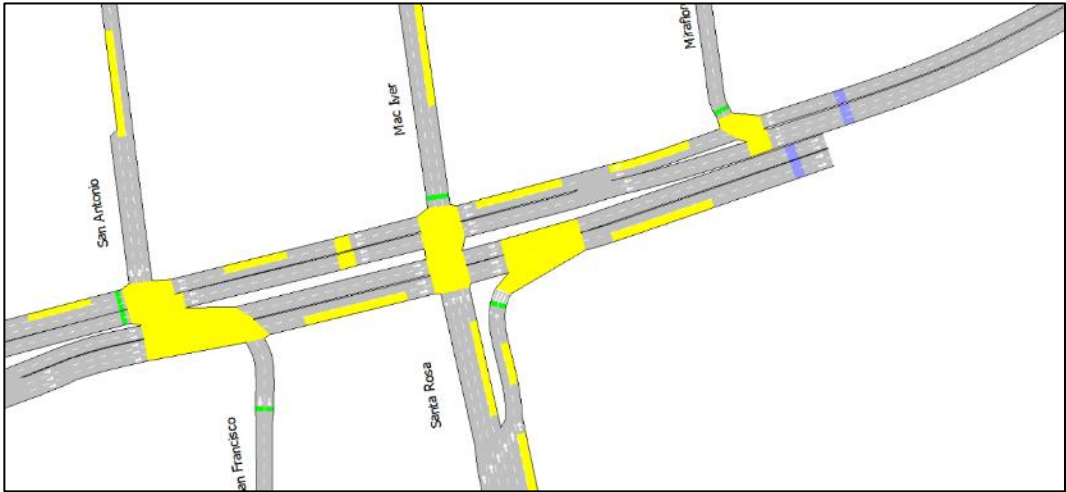


Figura 6.36 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 2 (continuación 2)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.22 Tiempos de bloqueo peatonal (segundos) en pasos de peatones del Tramo 3 (Punta Mañana)

Calzada	Observación	Nº link	Intersección	Flujo peatonal	Tiempo bloqueo	Ciclo	Desplazamiento	Duración Verde
Alameda N	Poniente de San Antonio	7124	J046311	474	14	120	81	106
Alameda N	Poniente de San Antonio	7125	J046312	474	14	120	81	106
San Francisco	Alameda S	7021	J046311	1559	20	120	114	100
Mac Iver	Alameda N	7051	J046321	1087	20	120	107	100
Carmen	Alameda S	6755	J046321	1279	20	120	107	100
Victoria Subercaseaux	Alameda N	20289	J017441	350	10	120	12	110
Jose Lastarria	Alameda N	6649	J017441	350	10	120	2	110
Alameda S	Oriente de Portugal	6657	J017441	848	26	120	21	94
Alameda S	Oriente de Portugal	6659	J017441	848	26	120	21	94
Román Díaz	Tocando Alameda PO	16681	j001191	650	20	120	22	100
Huelén	Providencia Norte (OP)	16504	j001921	308	10	120	82	110
Rafael Cañas	Providencia PO	16507	j001191	563	20	120	22	100
José Manuel Infante	Providencia PO	16506	j001191	563	20	120	22	100
Calle del Arzobispo	Providencia ON	16326	j001191	308	10	120	109	110
Providencia PO_vp	Esquina con Eliodoro Yañez	16352	j001191	339	10	120	89	110
Providencia PO_bus	Esquina con Eliodoro Yañez	16372	j001191	339	10	120	89	110
Gral Salvo	Providencia PO	20332	16310	450	10	120	12	110
Av Condell	Esquina con Providencia	16079	j001172	700	13	120	11	107
Obispo Pérez de Espinoza	Providencia PO	20306	20295	1092	20	120	22	100
Seminario_vp	Providencia PO	6474	j001161	1092	28	120	0	92
Seminario_bus	Providencia PO	6472	j001161	1092	28	120	0	92
Alameda S_vp	Vickuña Mackenna	6488	j017411	875	20	120	14	100
Alameda S_bus	Vickuña Mackenna	6611	j017411	875	20	120	14	100
Alameda N_vp	Irene Morales	6574	j17421	439	28	120	21	92
Alameda N_bus	Irene Morales	6575	j17421	439	28	120	21	92
Jaime Eizaguirre	Alameda S	6670	j0017441	850	20	120	22	100
Miraflores	Alameda N	6799	j046381	600	20	120	38	100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.23 Tiempos de bloqueo peatonal (segundos) en pasos de peatones del
Tramo 3 (Punta Tarde)

Calzada	Observación	Nº link	intersección	Flujo peatonal	Tiempo bloqueo	Ciclo	Desplazamiento	Duración Verde
Alameda N	Poniente de San Antonio	7124	J046311	1420	21	120	110	99
Alameda N	Poniente de San Antonio	7125	J046312	1420	21	120	110	99
San Francisco	Alameda S	7021	J046311	5148	20	120	33	100
Mac Iver	Alameda N	7051	J046321	3574	20	120	37	100
Carmen	Alameda S	6755	J046321	2102	20	120	37	100
Victoria Subercaseaux	Alameda N	20289	J017441	655	10	120	10	110
Jose Lastarria	Alameda N	6649	J017441	655	10	120	104	110
Portugal	Alameda S	6633	J017441	2102	20	120	114	100
Alameda S	Oriente de Portugal	6657	J017441	1153	26	120	77	94
Alameda S	Oriente de Portugal	6659	J017441	1153	26	120	77	94
Román Díaz	Tocando Alameda PO	16681	j001191	631	20	120	20	100
Huelén	Providencia Norte (OP)	16504	j001921	805	10	120	79	110
Rafael Cañas	Providencia PO	16507	j001191	631	20	120	20	100
José Manuel Infante	Providencia PO	16506	j001191	631	20	120	20	100
Calle del Arzobispo	Providencia ON	16326	j001191	805	10	120	36	110
Providencia PO_vp	Esquina con Eliodoro Yañez	16352	j001191	1991	10	120	97	110
Providencia PO_bus	Esquina con Eliodoro Yañez	16372	j001191	1991	10	120	97	110
Gral Salvo	Providencia PO	20332	16310	1097	10	120	10	110
Av Salvador	Esquina con Providencia	16293	16310	1972	13	120	57	107
Av Condell	Esquina con Providencia	16079	j001172	1097	20	120	40	100
Obispo Pérez de Espinoza	Providencia PO	20306	20295	1478	20	120	20	100
Seminario_vp	Providencia PO	6474	j001161	1478	28	120	17	92
Seminario_bus	Providencia PO	6472	j001161	1478	28	120	17	92
Alameda S_vp	Vickuña Mackenna	6488	j017411	4873	20	120	38	100
Alameda S_bus	Vickuña Mackenna	6611	j017411	4873	20	120	38	100
Alameda N_vp	Irene Morales	6574	j17421	939	28	120	55	92
Alameda N_bus	Irene Morales	6575	j17421	939	28	120	55	92
Jaime Eizaguirre	Alameda S	6670	j0017441	1153	20	120	20	100
Miraflores	Alameda N	6799	j046381	3574	75	120	57	45

Fuente: Elaboración propia

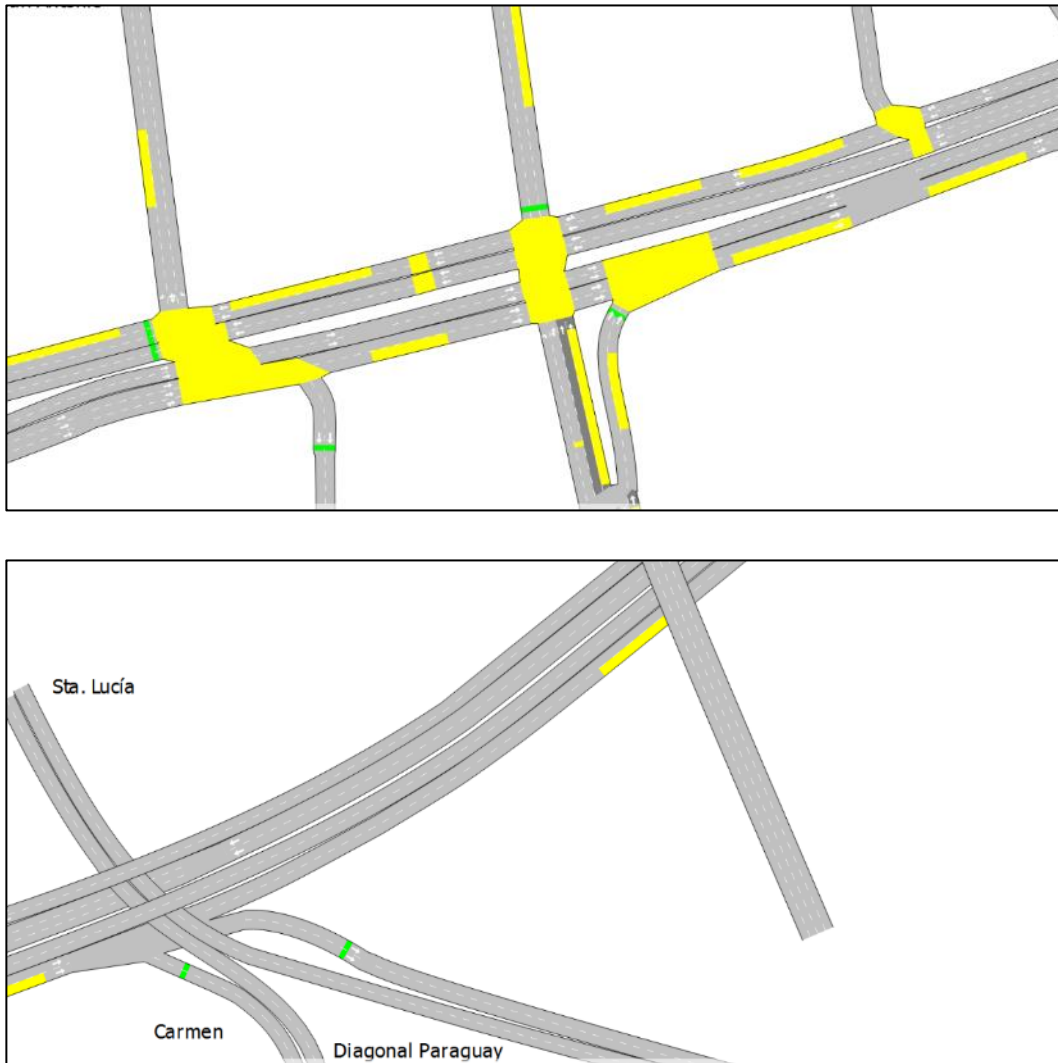


Figura 6.37 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 3
Fuente: Elaboración propia

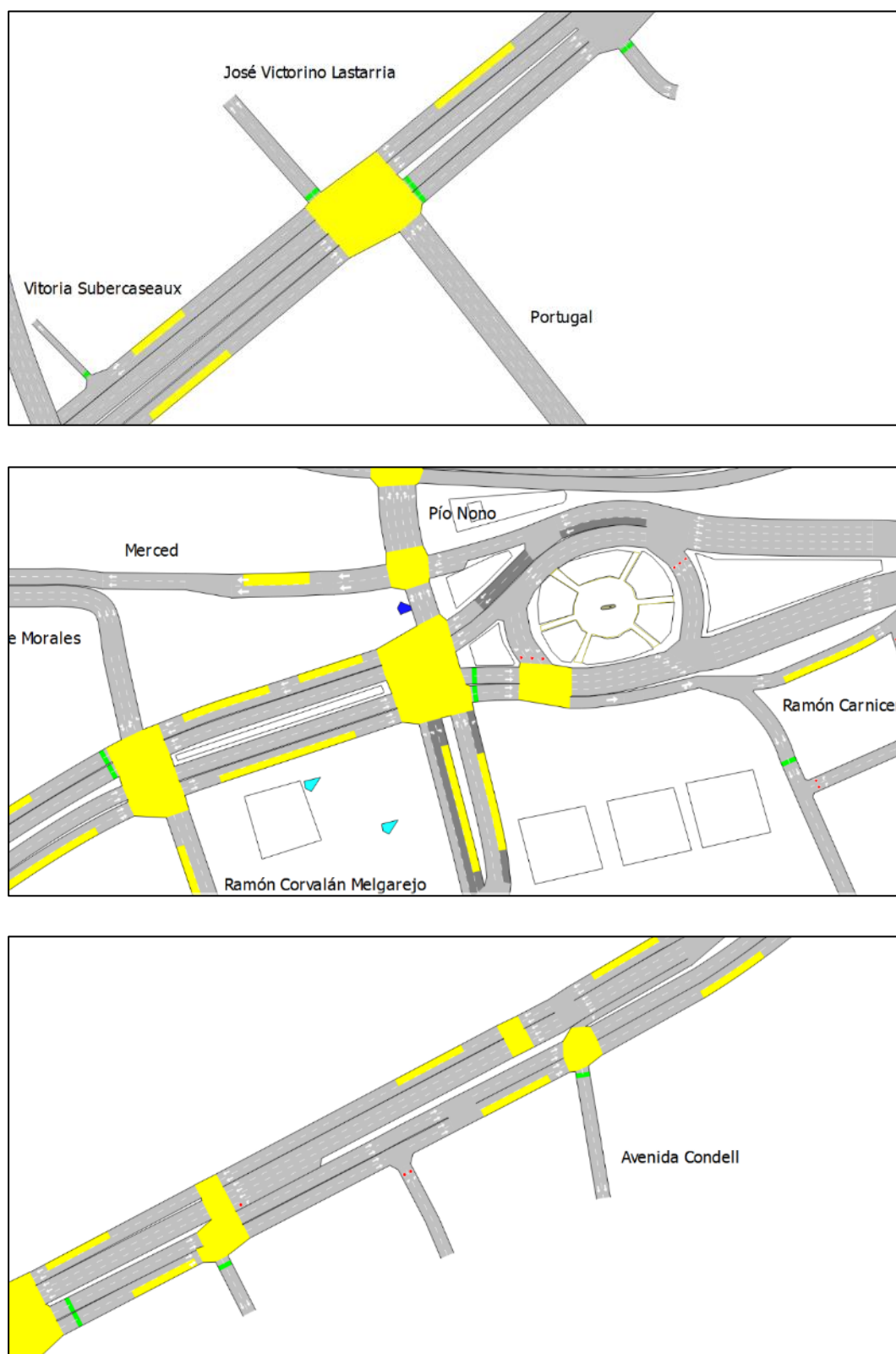


Figura 6.38 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 3 (continuación 1)

Fuente: Elaboración propia

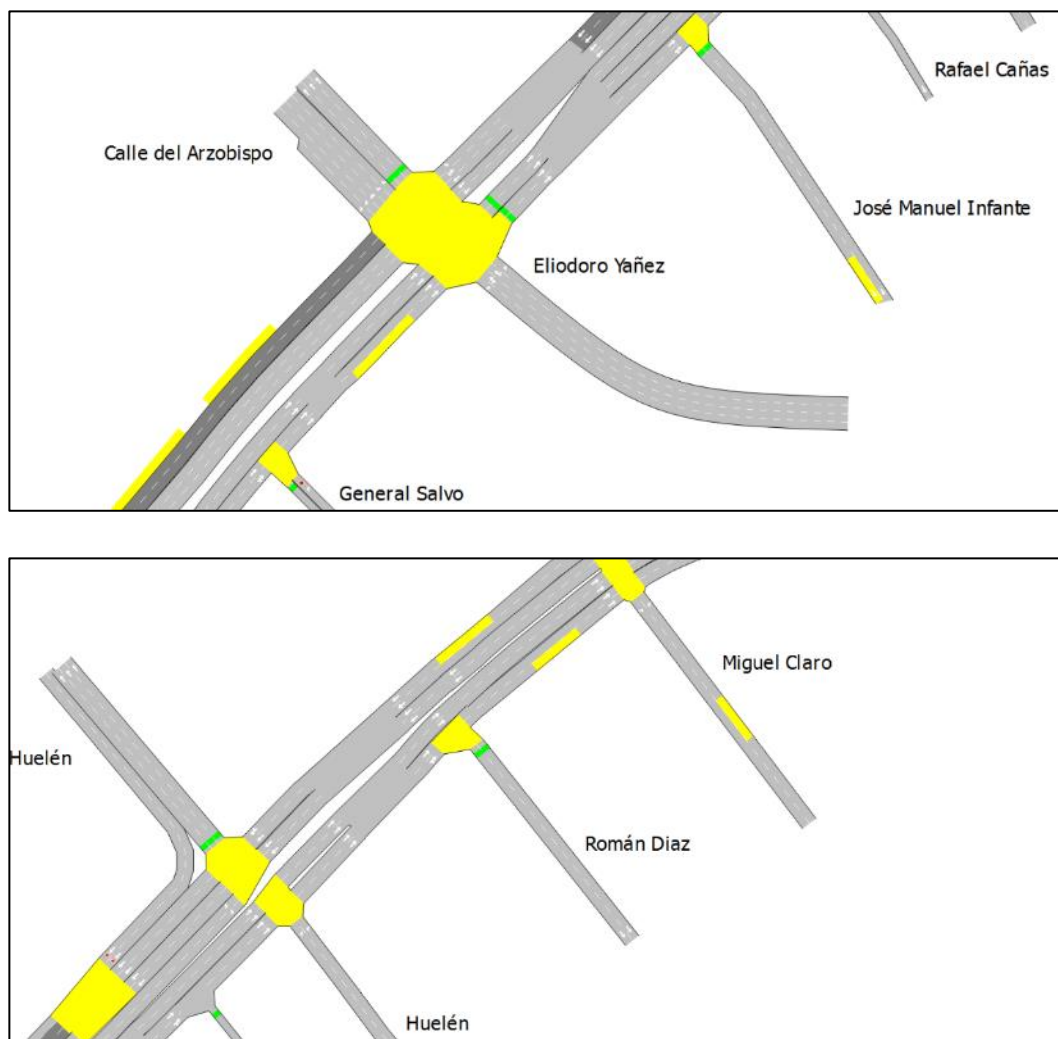


Figura 6.39 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 3 (continuación 2)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.24 Tiempos de bloqueo peatonal (segundos) en pasos de peatones del Tramo 4 (Punta Mañana)

Calzada	Observación	Nº link	intersección	Flujo peatonal	Tiempo bloqueo	Ciclo	Desplazamiento	Duración Verde
José Manuel Infante	Providencia S	16506	16554	554	20	120	22	100
Rafael Cañas	Providencia S	16507	16557	554	20	120	22	100
Huelén N	Providencia N	16504	J001921	308	10	120	14	110
Román Díaz	Providencia S	16681	J001921	785	20	120	22	100
Dr Manuel Barros Borgoño	Nueva Providencia	17185	J001122	283	10	120	35	110
Almirante Pastene	Providencia	17301	J001141	514	20	120	22	100
General del Canto	Nueva Providencia	17205	J001142	1136	20	120	55	100
General del Canto	Providencia	17204	J001141	743	20	120	22	100
Cirujano Guzmán	Providencia	17314	J001141	702	20	120	62	100
Padre Mariano	Providencia	17543	J001151	2230	30	120	32	90
Nueva Providencia	Carlos Antúnez	17344	J001151	171	10	120	107	110
Providencia	La Concepción	17363	J001151	653	20	120	12	100
Marchant Pereira	Nueva Providencia	18283	J001152	151	10	120	43	110
Mons. Nuncio Sotero Sanz de Villalba	Providencia	18381	J001234	173	10	120	12	110
Noguera	Providencia	18538	J001234	173	10	120	12	110
Nueva Providencia	Av. Pedro de Valdivia	17550	J001233	622	20	120	108	100
Av. Pedro de Valdivia	Nueva Providencia	17546	J001233	1106	20	120	39	100
Av. Pedro de Valdivia	Providencia	17549	J001234	269	10	120	23	110
Orrego Luco	Providencia	18542	J001231	954	20	120	22	100
Las Urbinas	Providencia	18582	J001231	954	20	120	52	100
Guardia Vieja	Nueva Providencia	17657	J001232	391	10	120	38	110
Andrés de Fuenzalida	Providencia	18575	J001251	973	20	120	22	100
Av. Ricardo Lyon	Nueva Providencia	17770	J001252	247	10	120	104	110
Nueva de Lyon	Providencia	18671	J001251	973	20	120	33	100
Sta. Magdalena	Providencia	18766	J001271	973	20	120	3	100
Av. Suecia	Nueva Providencia	17873	J001272	543	20	120	101	100
Mardoqueo Fernández	Nueva Providencia	17957	J001272	543	20	120	22	100
Bucarest	Providencia	18936	J001311	417	10	120	12	110
Alameda S	Providencia	17978	J001311	369	10	120	46	110
Holanda	Providencia	18174	J001321	662	20	120	23	100
Tobalaba	Providencia	20869	J001341	1459	20	120	118	100
Apoquindo Ote.	Tobalaba	19746	J001341	1459	20	120	73	100
Holanda	Nueva Providencia	18173	J001623	417	10	120	19	110
Vitacura	Acceso Hospital Felix Bulnes	19088	J001623	417	20	120	55	100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.25 Tiempos de bloqueo peatonal (segundos) en pasos de peatones del Tramo 4 (Punta Tarde)

Calzada	Observación	Nº link	intersección	Flujo peatonal	Tiempo bloqueo	Ciclo	Desplazamiento	Duración Verde
José Manuel Infante	Providencia S	16506	16554	605	20	120	20	100
Rafael Cañas	Providencia S	16507	16557	605	20	120	20	100
Huelen N	Providencia N	16504	J001921	1193	20	120	89	100
Román Díaz	Providencia S	16681	J001921	631	20	120	20	100
Dr Manuel Barros Borgoño	Nueva Providencia	17185	J001122	601	20	120	80	100
Almirante Pastene	Providencia	17301	J001141	1963	20	120	20	100
General del Canto	Nueva Providencia	17205	J001142	2115	30	120	83	90
General del Canto	Providencia	17204	J001141	635	20	120	20	100
Cirujano Guzmán	Providencia	17314	J001141	1963	20	120	85	100
Padre Mariano	Providencia	17543	J001151	3614	30	120	30	90
Nueva Providencia	Carlos Antúnez	17344	J001151	1343	20	120	23	100
Providencia	La Concepción	17363	J001151	1395	20	120	23	100
Marchant Pereira	Nueva Providencia	18283	J001152	523	20	120	82	100
Mons. Nuncio Sotero Sanz de Villalba	Providencia	18381	J001234	523	20	120	20	100
Noguera	Providencia	18538	J001234	523	20	120	20	100
Nueva Providencia	Av. Pedro de Valdivia	17550	J001233	2451	30	120	43	90
Av. Pedro de Valdivia	Nueva Providencia	17546	J001233	3184	30	120	3	90
Av. Pedro de Valdivia	Providencia	17549	J001234	2711	30	120	92	90
Orrego Luco	Providencia	18542	J001231	1938	20	120	20	100
Las Urbinas	Providencia	18582	J001231	1938	20	120	104	100
Guardia Vieja	Nueva Providencia	17657	J001232	1938	20	120	97	100
Andrés de Fuenzalida	Providencia	18575	J001251	1938	20	120	20	100
Av. Ricardo Lyon	Nueva Providencia	17770	J001252	4554	30	120	55	90
Nueva de Lyon	Providencia	18671	J001251	3179	30	120	107	90
Sta. Magdalena	Providencia	18766	J001271	3179	30	120	73	90
Av. Suecia	Nueva Providencia	17873	J001272	3210	30	120	67	90
Mardoqueo Fernández	Nueva Providencia	17957	J001272	1195	20	120	20	100
Bucarest	Providencia	18936	J001311	2261	30	120	30	90
Alameda S	Providencia	17978	J001311	1836	20	120	118	100
Holanda	Providencia	18174	J001321	2106	30	120	90	90
Tobalaba	Providencia	20869	J001341	2291	30	120	51	90
Apoquindo Ote.	Tobalaba	19746	J001341	2291	30	120	113	90
Holanda	Nueva Providencia	18173	J001623	1065	20	120	66	100
Vitacura	Acceso Hospital Felix Bulnes	19088	J001623	1065	57	120	103	63

Fuente: Elaboración propia

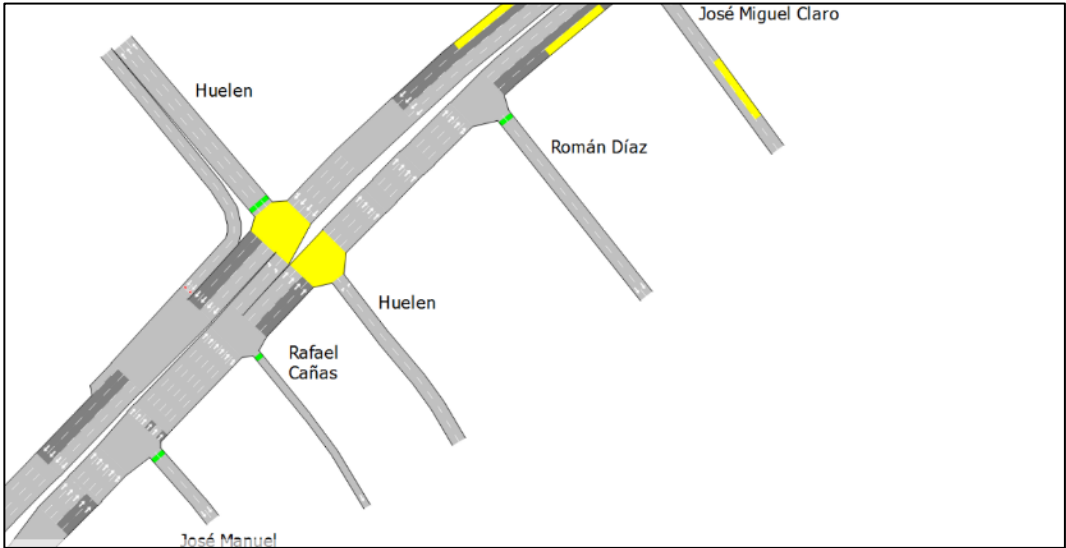


Figura 6.40 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 4

Fuente: Elaboración propia

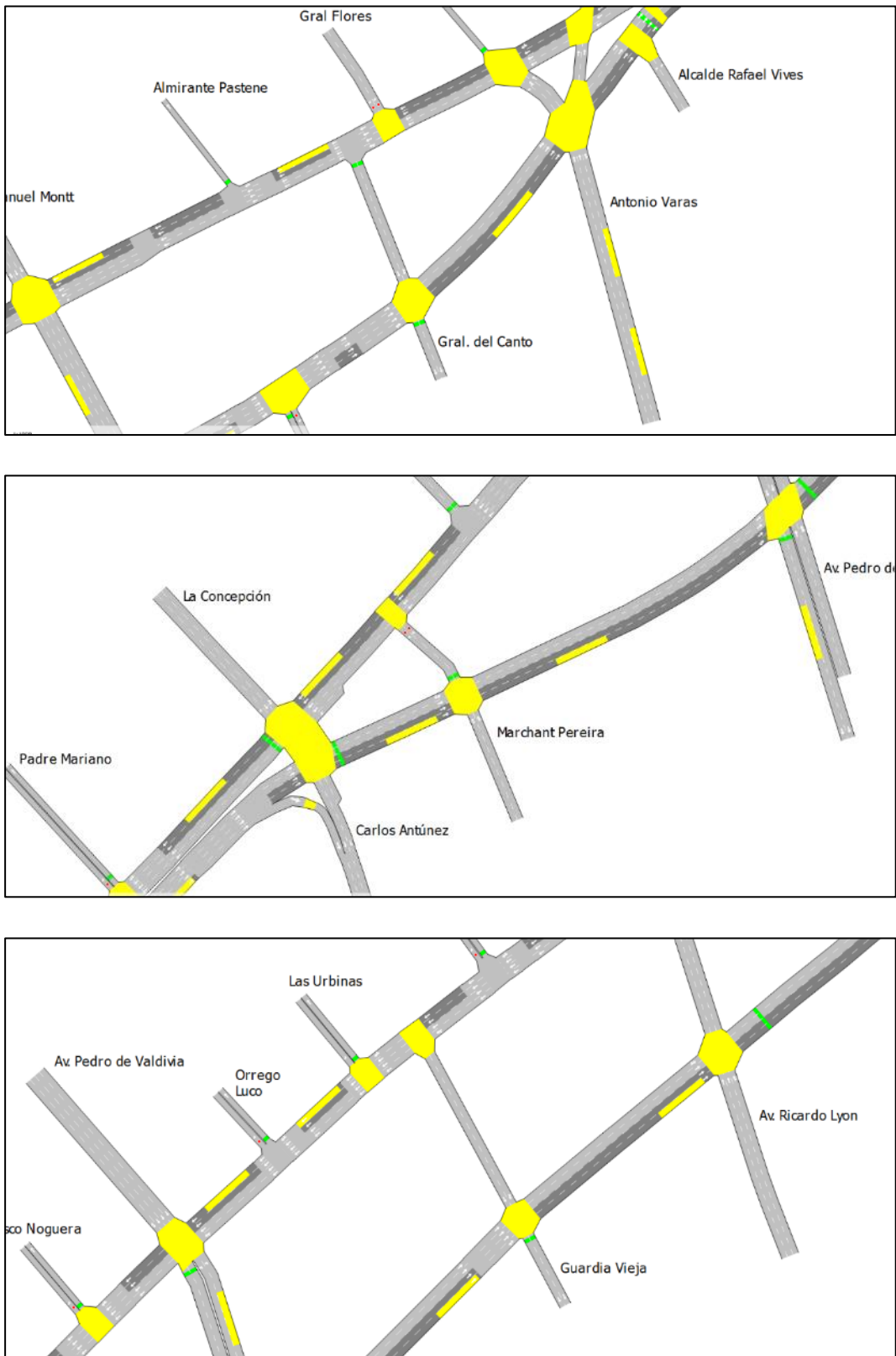


Figura 6.41 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 4 (continuación 1)

Fuente: Elaboración propia

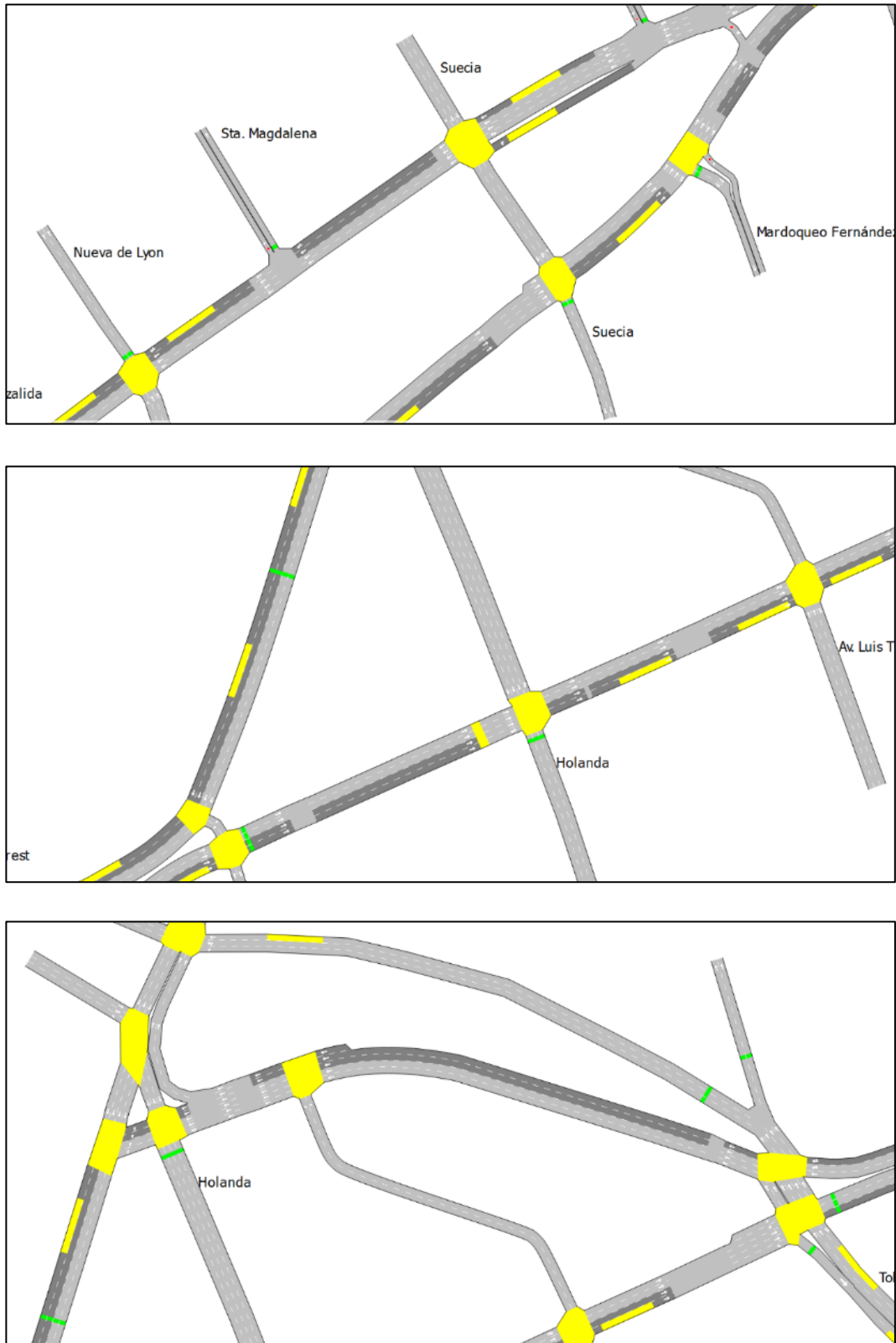


Figura 6.42 Localización de barreras para simular el efecto de los pasos de peatones. Tramo 4 (continuación 2)

Fuente: Elaboración propia

6.13. AJUSTES AL MODELO POR PRESENCIA DE PARADEROS

La presencia de paraderos en vías transversales puede provocar la pérdida de capacidad en las pistas como consecuencia de las detenciones de los buses que provocan una obstrucción en la vía. Este efecto se ha incluido en el modelo a través de dos aproximaciones distintas.

Para las calles transversales con un nivel de tránsito elevado de vehículos y buses, se han determinado los tiempos medios de parada de la misma manera que se ha explicado en otros apartados, donde se ha escogido el valor más conservador entre los datos medidos en la campaña de campo realizada para el proyecto y la estimación teórica basada en la demanda existente en cada paradero y el valor considerado de tiempo de subida y bajada por pasajero.

Con los tiempos de paradas y la identificación de las líneas, se han introducido estas líneas en el modelo para analizar el efecto.

Las vías transversales que entran dentro de la definición de este enfoque son las que se exponen en el siguiente listado, que corresponden a las vías transversales más importantes consideradas en el ámbito de estudio:

- Las Rejas
- Padre Alberto Hurtado
- Matucana
- Exposición/Chacabuco
- Manuel Rodríguez
- Santa Rosa
- Vicuña Mackenna
- Pedro de Valdivia
- Tobalaba

Por tanto, todos los paraderos situados en alguna de las vías transversales mencionadas en el anterior listado (vías con un nivel de tránsito elevado) tienen asignado un tiempo medio de parada. Así, a todas las líneas que paran en alguno de estos paraderos se les asigna el tiempo medio de parada determinado (resultado de elegir el valor máximo entre el tiempo medido en la campaña de campo del proyecto y la estimación teórica).

A continuación vemos un ejemplo en AIMSUN de una línea con parada en vía transversal con tiempo medio de parada asignado.



Figura 6.43 Línea con tiempo de parada asignado en Chacabuco (PA3)

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, para las calles transversales con un nivel de tránsito medio-bajo, el efecto de la pérdida de capacidad se ha introducido a través del concepto de incidente recogido en AIMSUN, que permite la creación de pérdidas de capacidad puntuales en el tiempo en determinadas pistas.

Mediante la introducción del incidente, se consiguen simular los tiempos de parada de las líneas de bus que circulan por alguna de las vías transversales al eje Alameda y que efectúan algún servicio en los paraderos situados en dichas vías, sin necesidad de tener que definir un mayor número de líneas.

A continuación mostraremos una tabla con los ID de las secciones de vías de nivel medio bajo, el tiempo de incidente considerado para cada una de ellas (correspondiente al tiempo medio de parada de los buses en ese paradero) y cada cuánto tiempo se genera un incidente (que corresponde al intervalo de paso medio de buses en ese paradero), además de un ejemplo en AIMSUN de la introducción de un incidente.

El tiempo de incidencia se ha estimado a partir de los datos de tiempo de parada extraídos de las mediciones de la campaña de campo.

En la siguiente figura se muestra como ejemplo la incidencia introducida en Basculán Guerrero.

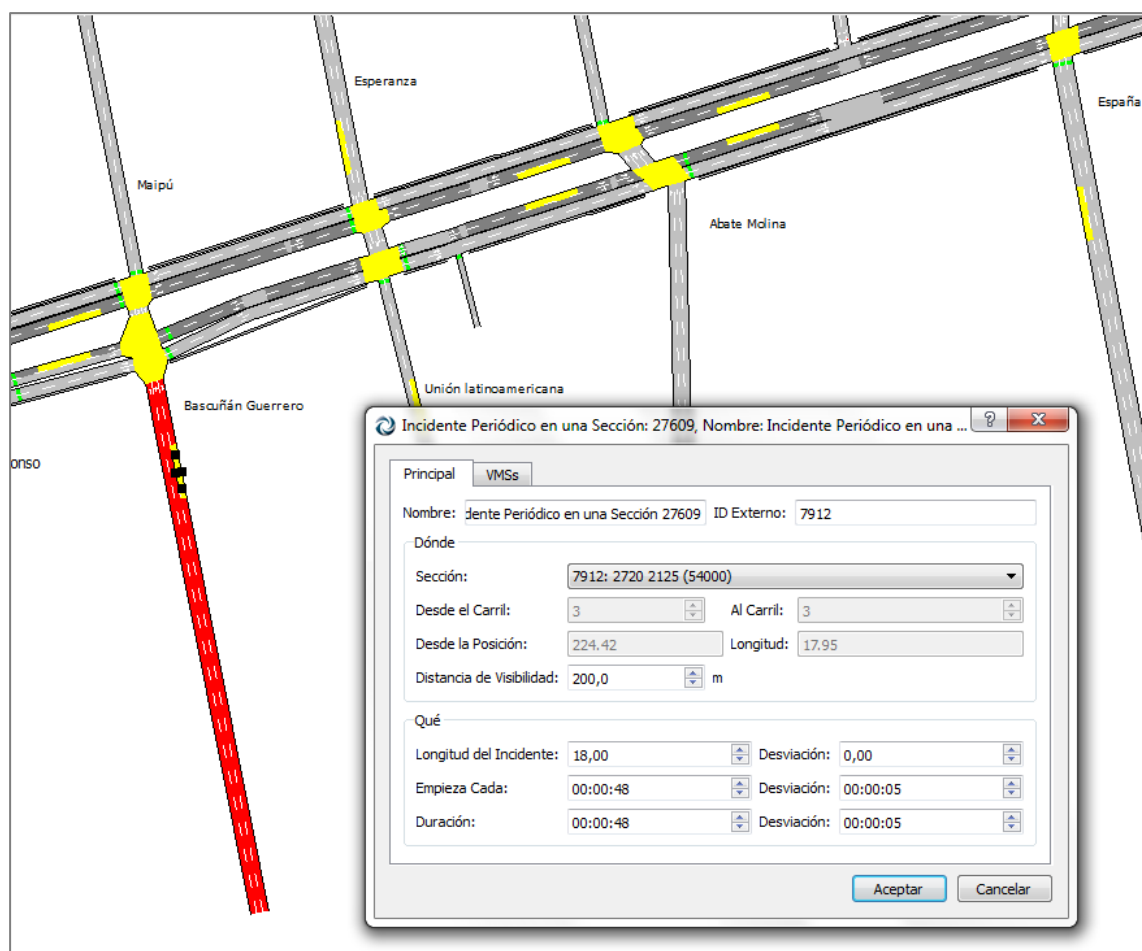


Figura 6.44 Introducción en AIMSUN de un incidente en paradero en vía transversal de tránsito medio bajo (Bascuñán Guerrero)

Fuente: Elaboración propia

7. PROCESO DE CALIBRACIÓN

7.1. GENERALIDADES

La calibración tiene por objeto procurar que el modelo represente la realidad con la mayor fidelidad posible. Para esto el modelador debe verificar parámetros relevantes e incorporar ciertos efectos que permitan internalizar fenómenos que ocurren en la realidad pero que son muy complejos o imposibles de modelar.

En esta sección se describen algunas de estas acciones en cuanto a la incorporación de fenómenos de reducción de capacidad y los resultados obtenidos en las principales variables (velocidades).

7.2. METODOLOGIA DE CALIBRACION

Respecto del proceso de calibración, se ha utilizado como metodología de calibración la metodología clásica; es decir intentar replicar una variable observable y contrastable con información de terreno.

En este caso y debido a que los flujos utilizados corresponden a datos de entrada directos del modelo, como estados de tráfico, considerando además que medir colas en zonas saturadas y en corredores de gran demanda es difícil y poco representativo porque a veces obedecen a problemáticas especialmente locales y/o particulares, se ha calibra el modelo replicando las velocidades de los vehículos particulares y los buses de transporte público a lo largo del eje y considerando diferentes subtramos en cada tramo del eje en estudio.

Un elemento que refuerza la elección de este parámetro de calibración, es el hecho de que el objetivo central del proyecto es generar un corredor de transporte público que sea rentable y favorezca socialmente a muchos usuarios, mediante un aumento de la velocidad comercial de los buses debido a la alta tasa de ocupación de los mismos. Esto redundando directamente en las demoras de los usuarios y por otro lado un cambio en la velocidad del transporte privado es un buen indicador para cuantificar el efecto sobre otros usuarios.

Lo anterior es muy importante de internalizar, ya que como la mayoría de los fenómenos en transporte no son lineales y tienen comportamientos exponenciales similares al de la figura siguiente, podría llegarse al absurdo de tener infinita demora para los usuarios de vehículos particulares por efecto de velocidades iguales a cero mientras que en el corredor de buses se tendrían velocidades comerciales muy favorables, si bien esta es una caricatura porque los usuarios se reasignan (cuestión que es tomada en cuenta considerando el modelo estratégico), conviene y es relevante observar las velocidades de los vehículos particulares para ver el efecto del corredor.

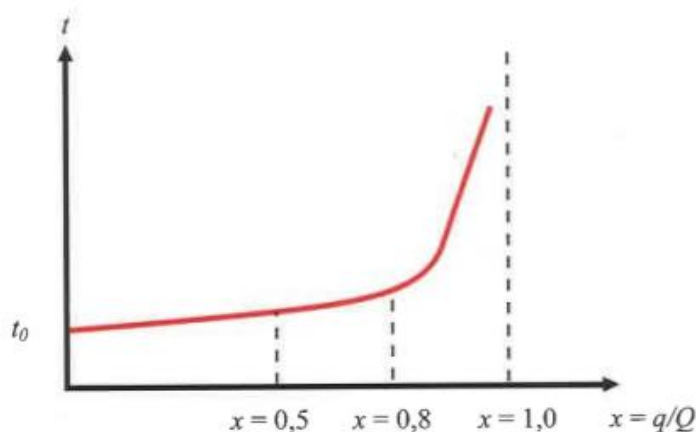


Figura 7.1, Relación Congestión – Demora

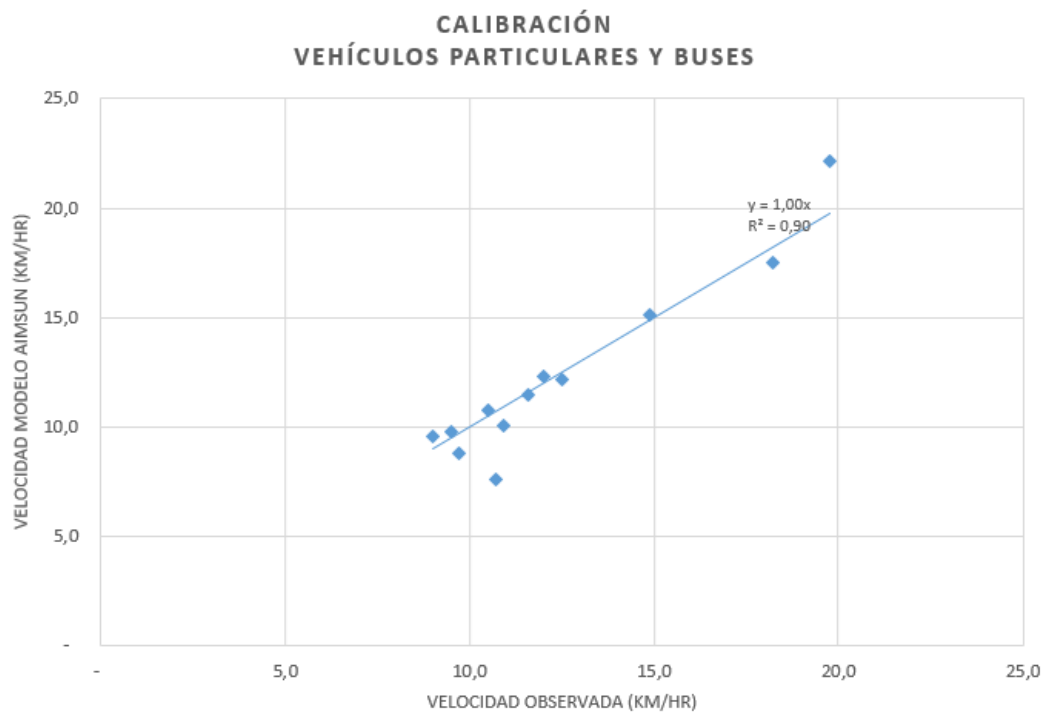
Fuente: “Elementos de la Teoría del Tráfico Vehicular” – R. Fernández, 2011 (FONDO EDITORIAL)

Para internalizar la bondad de ajuste de cada uno de los modelos de AIMSUN (según tramo y período), se ha utilizado una comparación entre las velocidades observadas en terreno y las que entrega el modelo, mediante la obtención del coeficiente de determinación R^2 al considerar un modelo lineal de la forma $X=Y$, el cual es un estadístico cuyo propósito es probar la hipótesis de que el modelo representa adecuadamente la situación actual (representada por mediciones de velocidad en diferentes tramos y para cada periodo de manera independiente).

Así, R^2 determina la calidad del modelo para replicar los resultados, y la proporción de variación de los resultados que puede explicarse por el modelo.

Para ello se han obtenido gráficos del tipo mostrado en el figura siguiente con el coeficiente R^2 asociado a dicho set de datos.

Figura 7.2, Ejemplo de Comparación Velocidades Observadas vs Modelo Aimsun para un Tramo

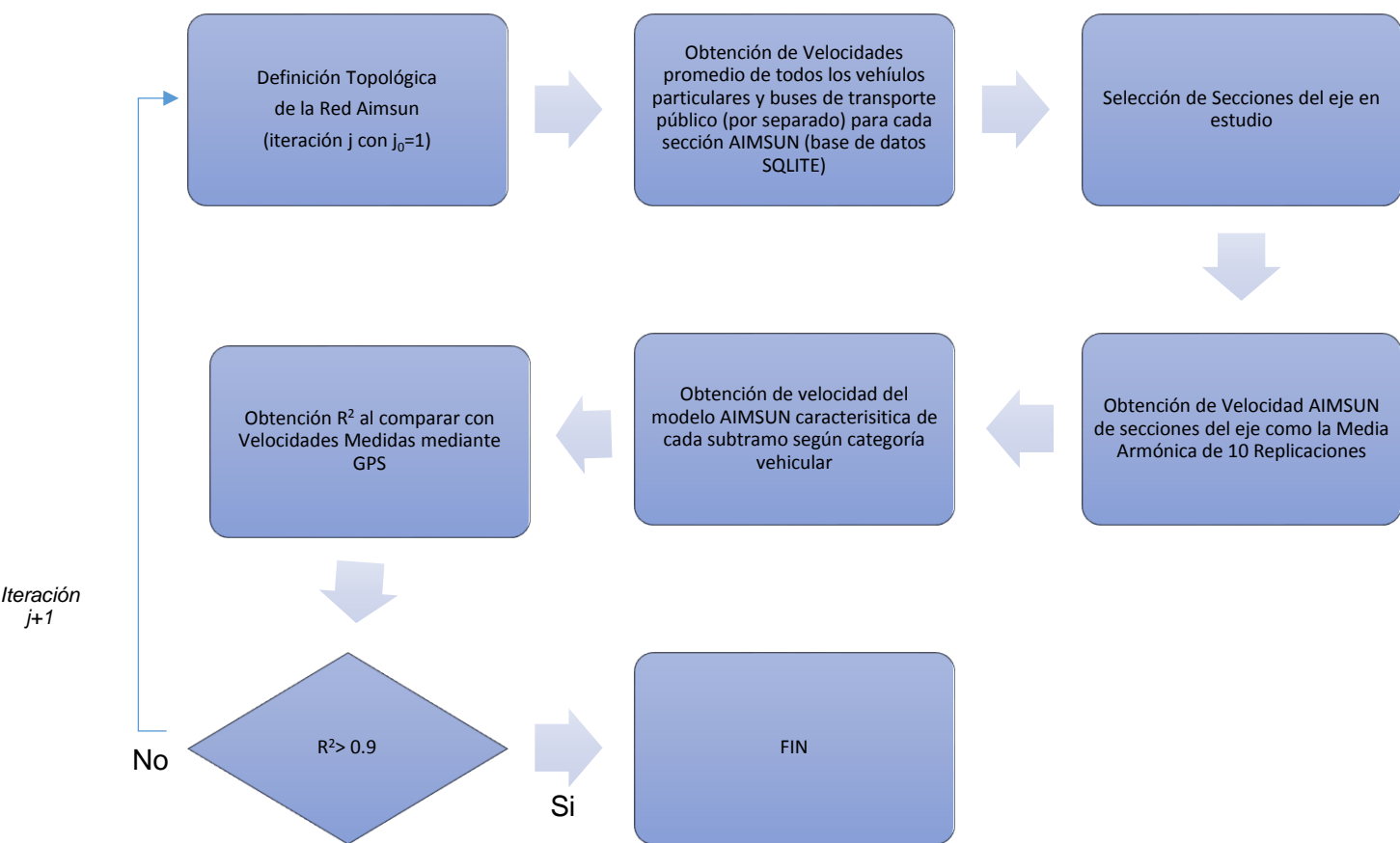


Fuente: Elaboración propia

Las velocidades que se comparan son las observadas en terreno mediante mediciones con GPS y las obtenidas de AIMSUN. En el caso de las velocidades de AIMSUN, estas corresponden a la promedio armónico de las velocidades de las 10 replicaciones que se obtienen para las secciones de cada salida del modelo, luego se construye la velocidad de un subtramo como el promedio ponderado en función de la distancia de cada sección y la velocidad observada en terreno corresponde al promedio armónico de las mediciones de velocidad obtenidos mediante GPS.

Se ha aceptado a priori como bondad de ajuste un coeficiente $R^2= 0.90$. A continuación se muestra un esquema con el diagrama de toma de decisión aplicado en este proceso.

Figura 7.3, Diagrama Proceso de Calibración de un Tramo para un período particular



Fuente: Elaboración Propia

7.3. VELOCIDADES DE TERRENO PARA PROCESO DE CALIBRACION

7.3.1. Transporte Público

Se utilizó las velocidades de los buses de Transantiago en el eje Alameda Providencia, las cuales se determinaron a partir de una base de datos proporcionada por DTPM con los registros provenientes de los instrumentos GPS ubicados en los buses. Esta base de datos se analizó los registros de posición y tiempo cada 30 segundos, de todos los buses de Transantiago, de todos los servicios y durante un día martes laboral normal, un día miércoles y un día jueves, de una semana tipo de la temporada normal del año 2015 seleccionada por DTPM.

A continuación, se sintetiza la velocidad de los buses por el eje en un período determinado, como resultado del promedio de martes, miércoles y jueves.

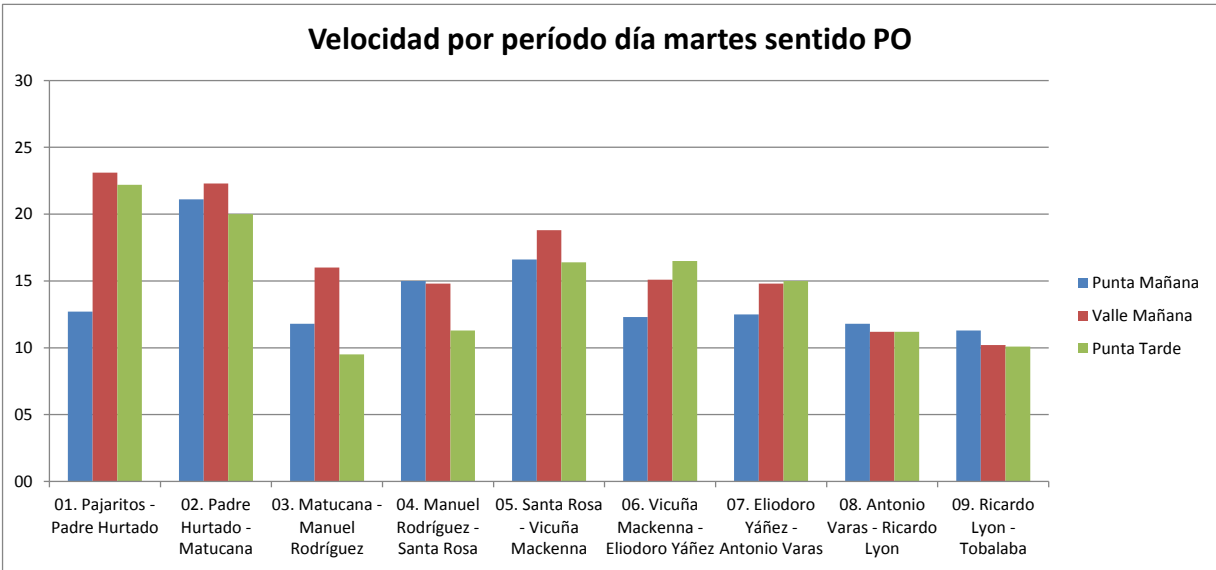


Figura 7.4 Velocidades en bus día martes sentido PO
Fuente: Elaboración propia sobre datos proporcionados por DTPM

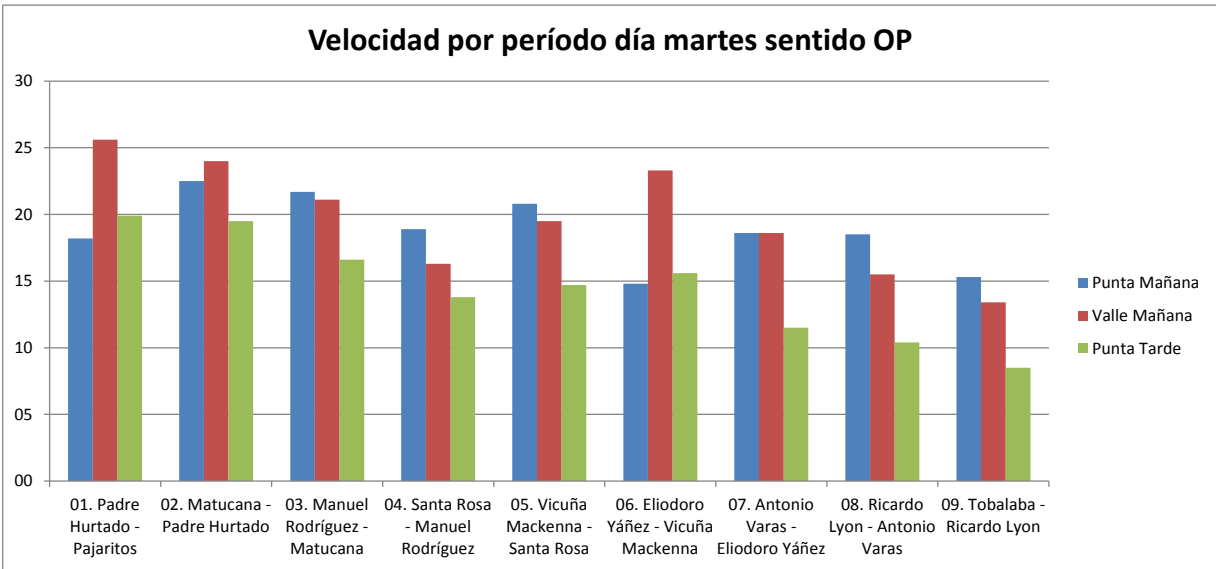


Figura 7.5 Velocidades en bus día martes sentido OP
Fuente: Elaboración propia sobre datos proporcionados por DTPM

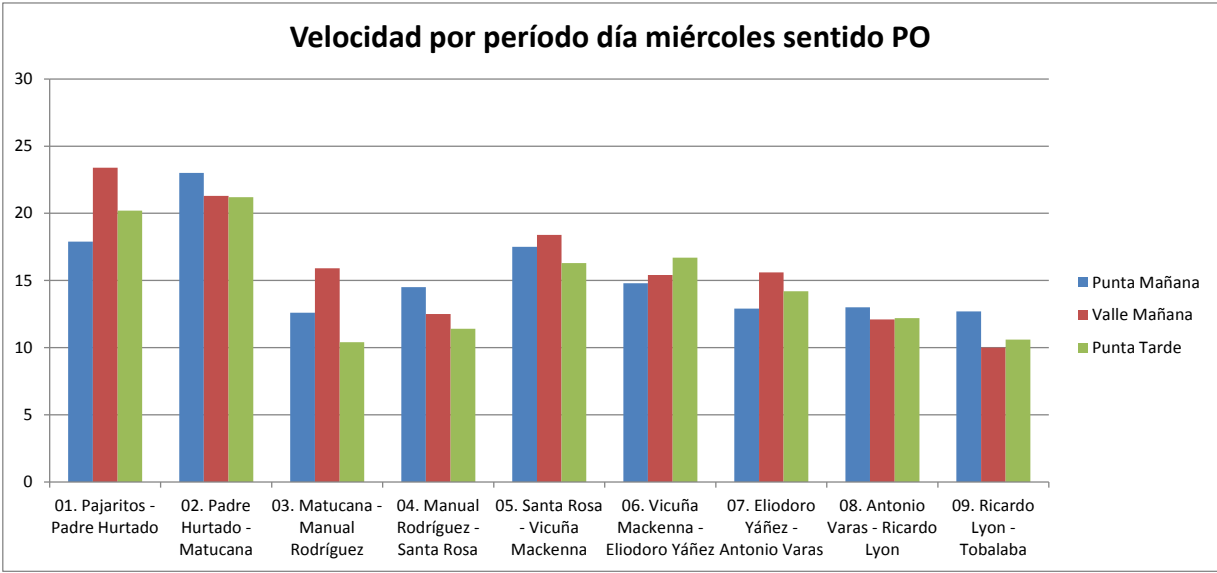


Figura 7.6 Velocidades en bus día miércoles sentido PO
Fuente: Elaboración propia sobre datos proporcionados por DTPM

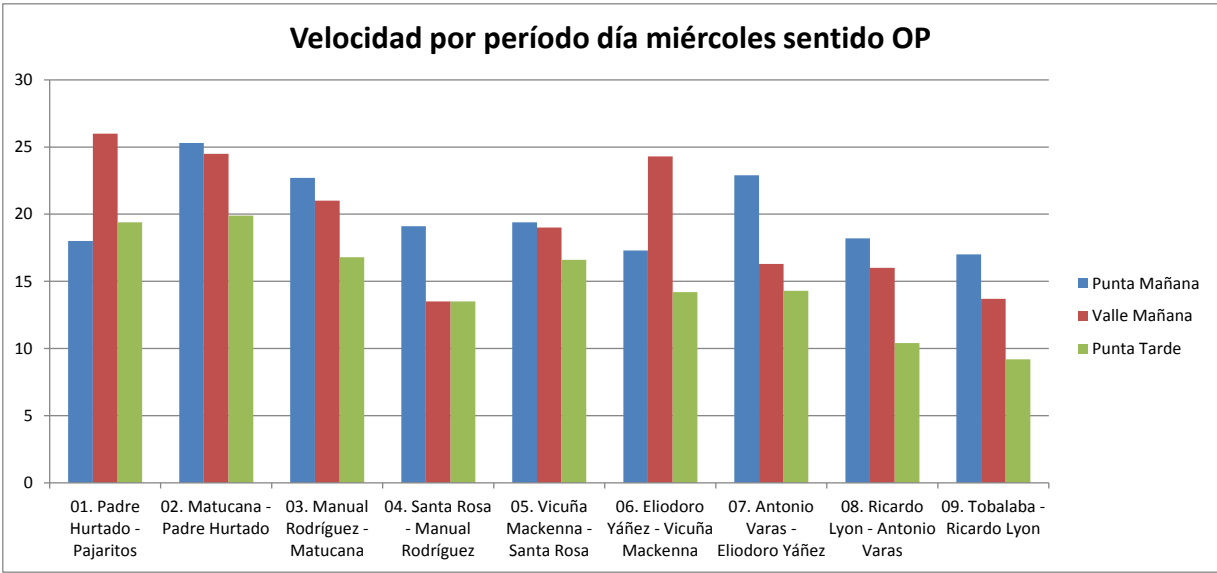


Figura 7.7 Velocidades en bus día miércoles sentido OP
Fuente: Elaboración propia sobre datos proporcionados por DTPM

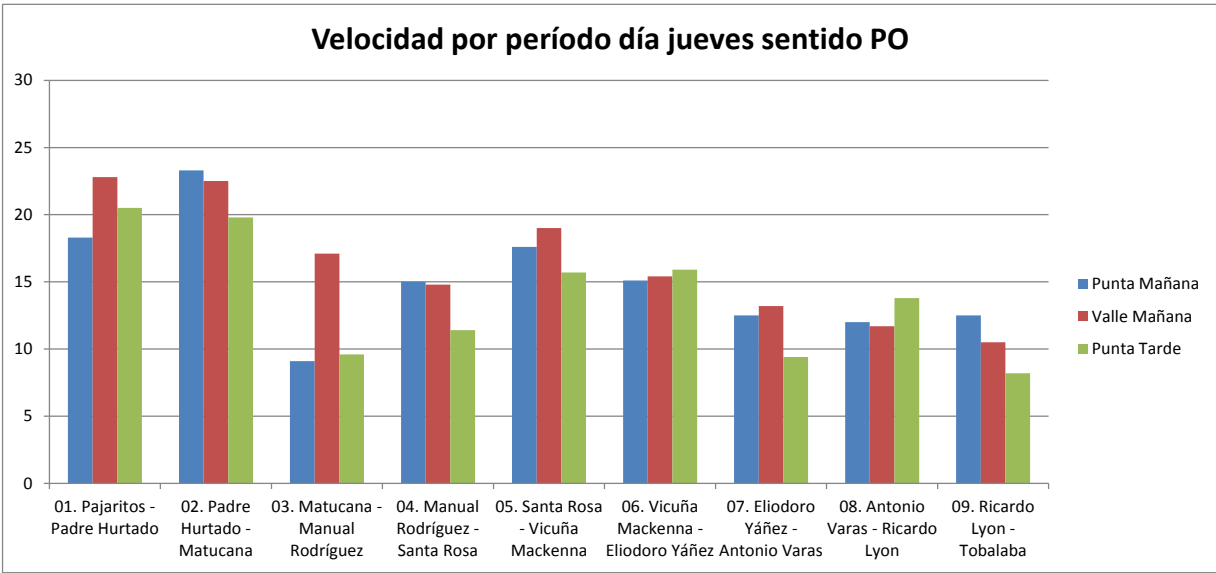


Figura 7.8 Velocidades en bus día jueves sentido PO
Fuente: Elaboración propia sobre datos proporcionados por DTPM

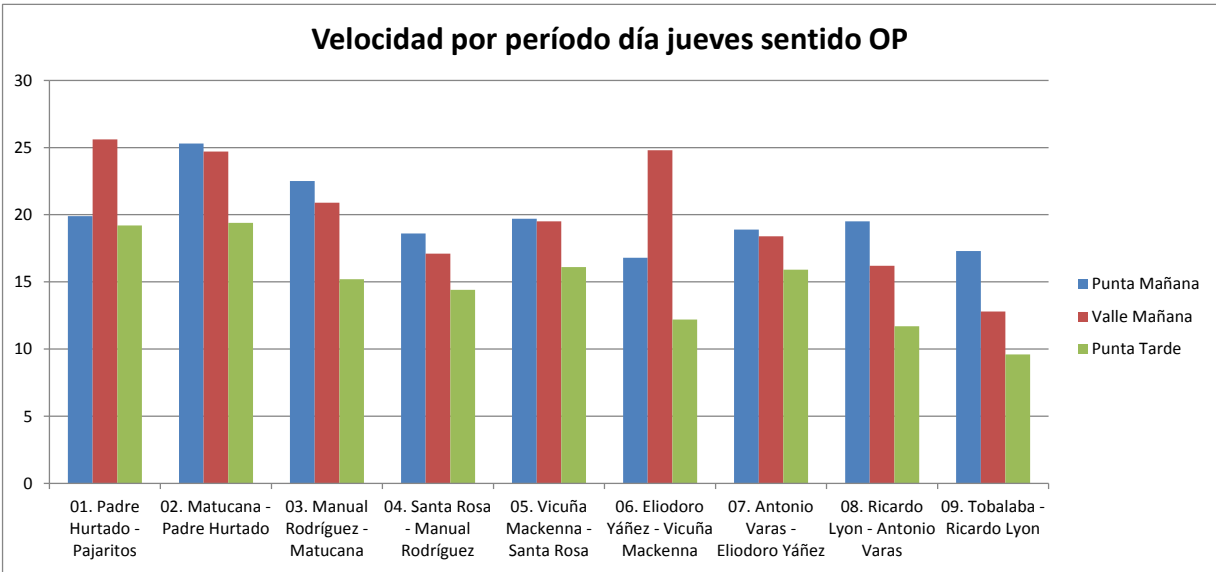


Figura 7.9 Velocidades en bus día jueves sentido OP
Fuente: Elaboración propia sobre datos proporcionados por DTPM

A continuación se presenta las velocidades de transporte público utilizados en el proceso de calibración.

Tabla 7.1 Velocidades Observadas Transporte Público

Tramo	Período	Desde	Hasta	Sentido	Distancia (km)	Vel. Med. (km/hr)
1	PM	Exposición	G. Velásquez	OP	1,3	23,0
		G. Velásquez	Las Rejas	OP	1,4	18,0
		Las Rejas	G. Velásquez	PO	1,4	16,0
		G. Velásquez	Exposición	PO	1,2	22,0
	PT	Exposición	G. Velásquez	OP	1,3	19,7
		G. Velásquez	Las Rejas	OP	1,4	19,7
		Las Rejas	G. Velásquez	PO	1,4	20,7
		G. Velásquez	Exposición	PO	1,2	20,3
2	PM	Santa Rosa	M. Rodríguez	OP	1,4	18,5
		M. Rodríguez	Exposición	OP	1,7	24,2
		Exposición	M. Rodríguez	PO	1,7	11,2
		M. Rodríguez	Santa Rosa	PO	1,4	14,8
	PT	Santa Rosa	M. Rodríguez	OP	1,4	13,8
		M. Rodríguez	Exposición	OP	1,7	16,3
		Exposición	M. Rodríguez	PO	1,7	9,7
		M. Rodríguez	Santa Rosa	PO	1,4	11,2
3	PM	M. Montt	V. Mackenna	OP	1,6	16,0
		V. Mackenna	Santa Rosa	OP	1,3	20,0
		Santa Rosa	V. Mackenna	PO	1,3	17,0
		V. Mackenna	Manuel Montt	PO	1,6	14,0
	PT	M. Montt	V. Mackenna	OP	1,6	14,0
		V. Mackenna	Santa Rosa	OP	1,3	16,0
		Santa Rosa	V. Mackenna	PO	1,3	15,7
		V. Mackenna	Manuel Montt	PO	1,6	16,0
4	PM	Tobalaba	Pedro de Valdivia	OP	1,3	16,0
		Pedro de Valdivia	Manuel Montt	OP	1	18,0
		Manuel Montt	Pedro de Valdivia	PO	1	12,5
		Pedro de Valdivia	Tobalaba	PO	1,3	12,0
	PT	Tobalaba	Pedro de Valdivia	OP	1,3	9,0
		Pedro de Valdivia	Manuel Montt	OP	1	10,7
		Manuel Montt	Pedro de Valdivia	PO	1	12,5
		Pedro de Valdivia	Tobalaba	PO	1,3	9,5

Fuente: Elaboración propia

7.3.2. Transporte Privado

En esta tarea se utilizaron mediciones de velocidad determinadas mediante track de GPS. Para esto se empleó equipos móviles a bordo de una flota de 4 vehículos livianos que utilizaron el método del vehículo flotante, recorriendo en dos tandem diferentes el eje en estudio de los cuatro tramos en toda su extensión.

Estos datos fueron tomados en Abril de 2017, considerando no existía antecedentes actualizados y tomados en la misma época para todo el tramo del eje en su conjunto, lo cual era un requerimiento que se consideró necesario para calibrar de manera precisa la red de modelación AIMSUN.

Tabla 7.2 Velocidades Observadas Transporte Privado Sentido OP

EJE	DESDE	HASTA	TRAMO	VELOCIDAD (KM/hr) PROMEDIO ARMONICO	
				PM	PT
PROV. / NVA. PROV.	TOBALABA	LOS LEONES	4	14,6	11,6
PROV. / NVA. PROV.	LOS LEONES	PEDRO DE VALDIVIA	4	14,1	9,7
PROV. / NVA. PROV.	PEDRO DE VALDIVIA	MANUEL MONTT	4	22,4	10,9
PROV. / NVA. PROV.	MANUEL MONTT	SALVADOR	3	20,6	25,1
PROV. / NVA. PROV.	SALVADOR	VICUÑA MACKENNA	3	31,9	19,8
ALAMEDA	PORTUGAL	SANTA ROSA	3	23,3	8,0
ALAMEDA	VICUÑA MACKENNA	PORTUGAL	3	19,4	11,4
ALAMEDA	SANTA ROSA	TEATINOS	2	15,7	10,5
ALAMEDA	TEATINOS	M RODRIGUEZ	2	15,9	16,0
ALAMEDA	M RODRIGUEZ	CUMMING	2	20,5	16,1
ALAMEDA	CUMMING	EXPOSICION	2	18,8	7,2
ALAMEDA	OBISPO UMAÑA	TORO MAZOTE	1	23,3	17,4
ALAMEDA	EXPOSICION	OBISPO UMAÑA	1	25,5	8,1
ALAMEDA	TORO MAZOTE	GENERAL AMENGUAL	1	9,9	16,5
ALAMEDA	GENERAL AMENGUAL	LAS REJAS	1	29,6	27,6

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la campaña de campo

Tabla 7.3 Velocidades Observadas Transporte Privado Sentido PO

EJE	DESDE	HASTA	TRAMO	VELOCIDAD (KM/hr) PROMEDIO ARMONICO	
				PM	PT
ALAMEDA	LAS REJAS	GENERAL AMENGUAL	1	19,9	25,3
ALAMEDA	GENERAL AMENGUAL	TORO MAZOTE	1	11,0	21,9
ALAMEDA	TORO MAZOTE	OBISPO UMAÑA	1	20,9	22,7
ALAMEDA	OBISPO UMAÑA	EXPOSICION	1	10,2	9,3
ALAMEDA	EXPOSICION	CUMMING	2	5,4	6,5
ALAMEDA	CUMMING	M RODRIGUEZ	2	2,0	2,7
ALAMEDA	M RODRIGUEZ	TEATINOS	2	6,5	5,9
ALAMEDA	TEATINOS	SANTA ROSA	2	17,9	15,4
ALAMEDA	SANTA ROSA	PORTUGAL	3	31,5	29,0
ALAMEDA	PORTUGAL	VICUÑA MACKENNA	3	32,9	17,1
PROV. / NVA. PROV.	VICUÑA MACKENNA	SALVADOR	3	11,8	23,5
PROV. / NVA. PROV.	SALVADOR	MANUEL MONTT	3	14,8	14,9
PROV. / NVA. PROV.	MANUEL MONTT	PEDRO DE VALDIVIA	4	18,1	14,9
PROV. / NVA. PROV.	PEDRO DE VALDIVIA	LOS LEONES	4	16,3	19,8
PROV. / NVA. PROV.	LOS LEONES	TOBALABA	4	11,5	18,2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la campaña de campo

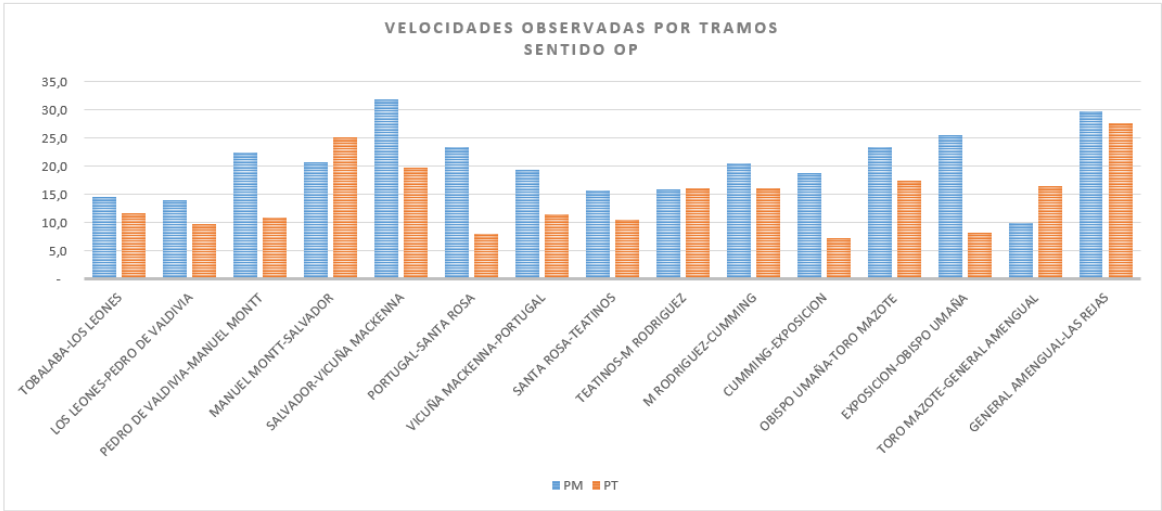


Figura 7.10 Velocidades Vehículos Particulares en Sentido OP

Fuente: Elaboración propia

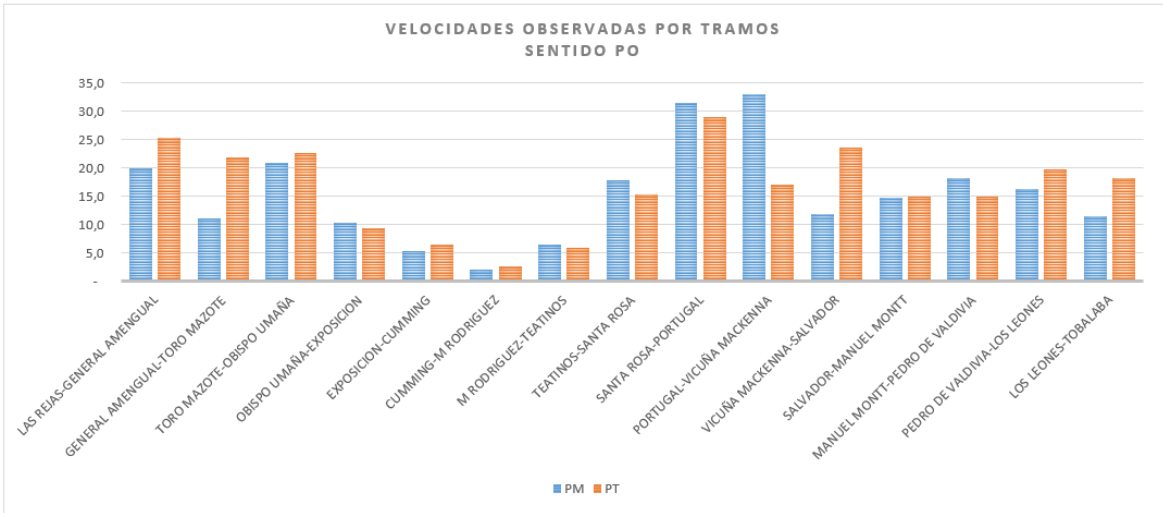


Figura 7.11 Velocidades Vehículos Particulares en Sentido PO

Fuente: Elaboración propia

7.4. RESULTADOS CALIBRACIÓN

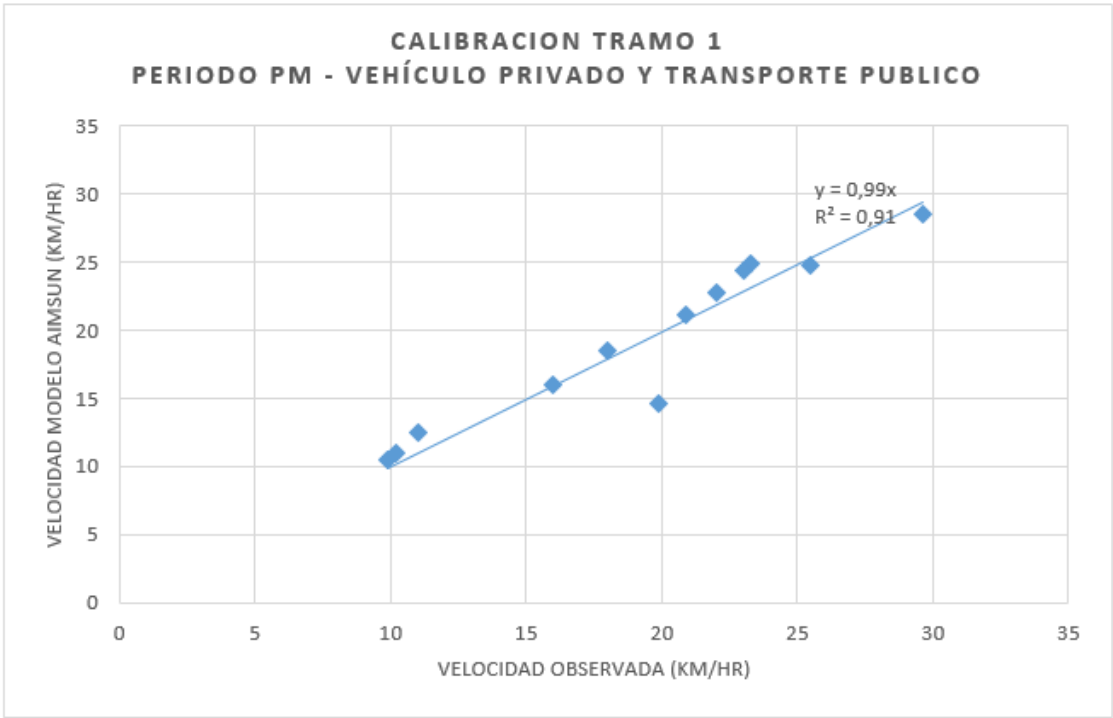
De modo de internalizar los resultados del proceso de calibración, se presenta la bondad de ajuste del parámetro de calibración R^2 , el cual se determinó de acuerdo a la metodología ya expuesta y los datos de velocidad ya sintetizados.

A continuación se presenta los resultados para cada período.

7.4.1. Período Punta Mañana

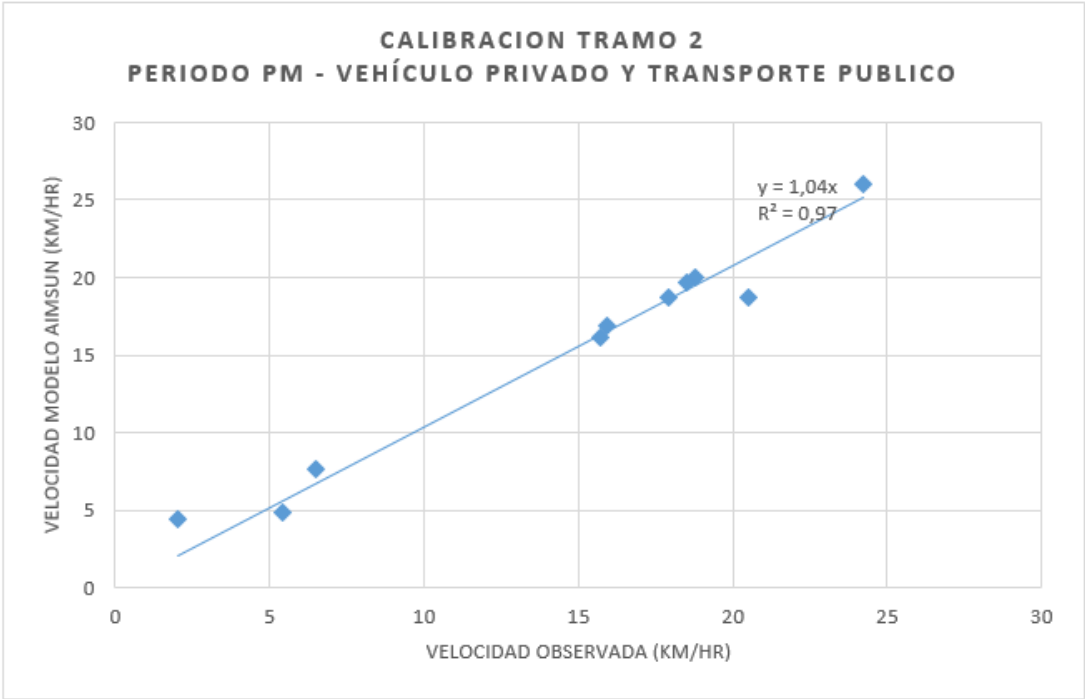
En cada uno de los tramos, considerando las velocidades de diferentes subtramos, se obtuvo los siguientes resultados de cada uno de los tramos.

Figura 7.12 Calibración Tramo 1 – PM



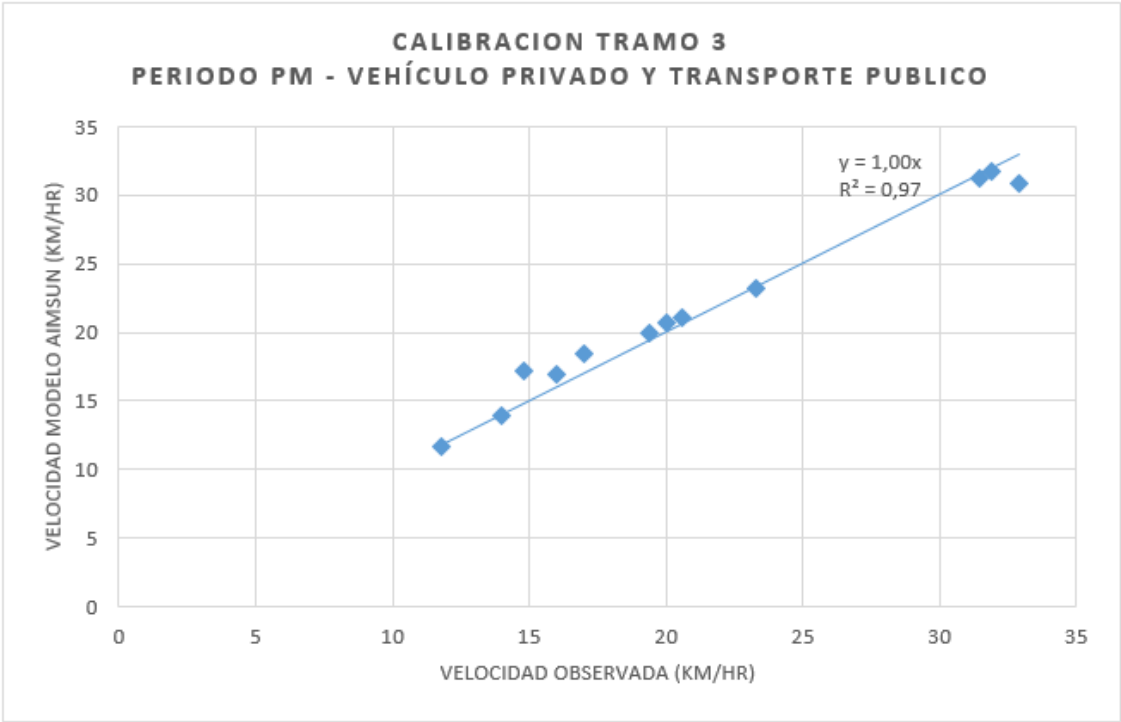
Fuente: Elaboración propia

Figura 7.13 Calibración Tramo 2 – PM



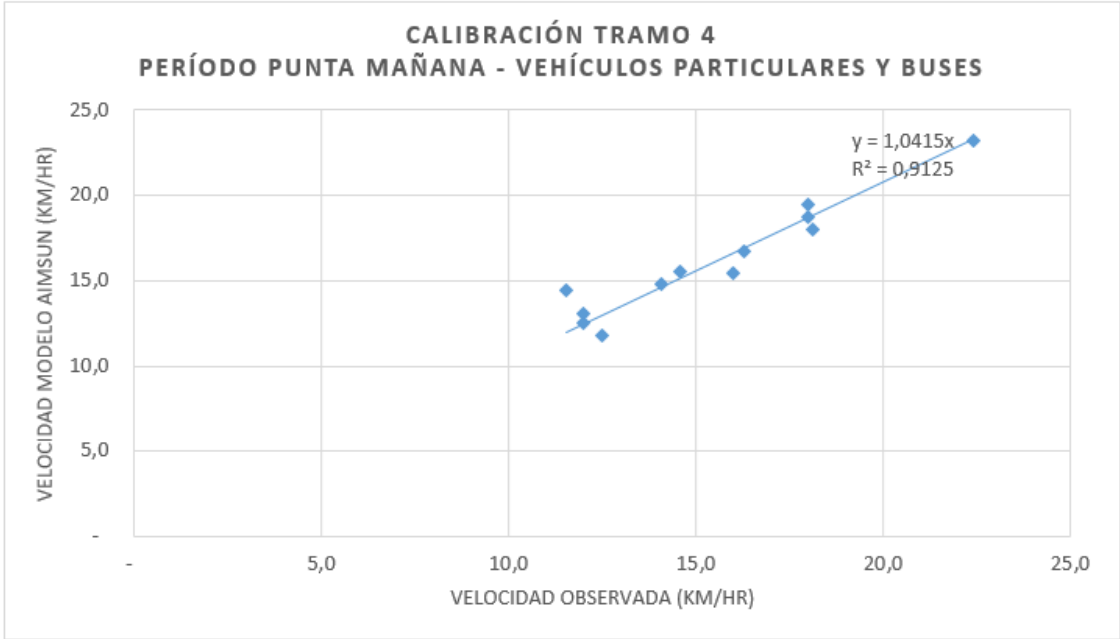
Fuente: Elaboración propia

Figura 7.14 Calibración Tramo 3 – PM



Fuente: Elaboración propia

Figura 7.15 Calibración Tramo 4 – PM

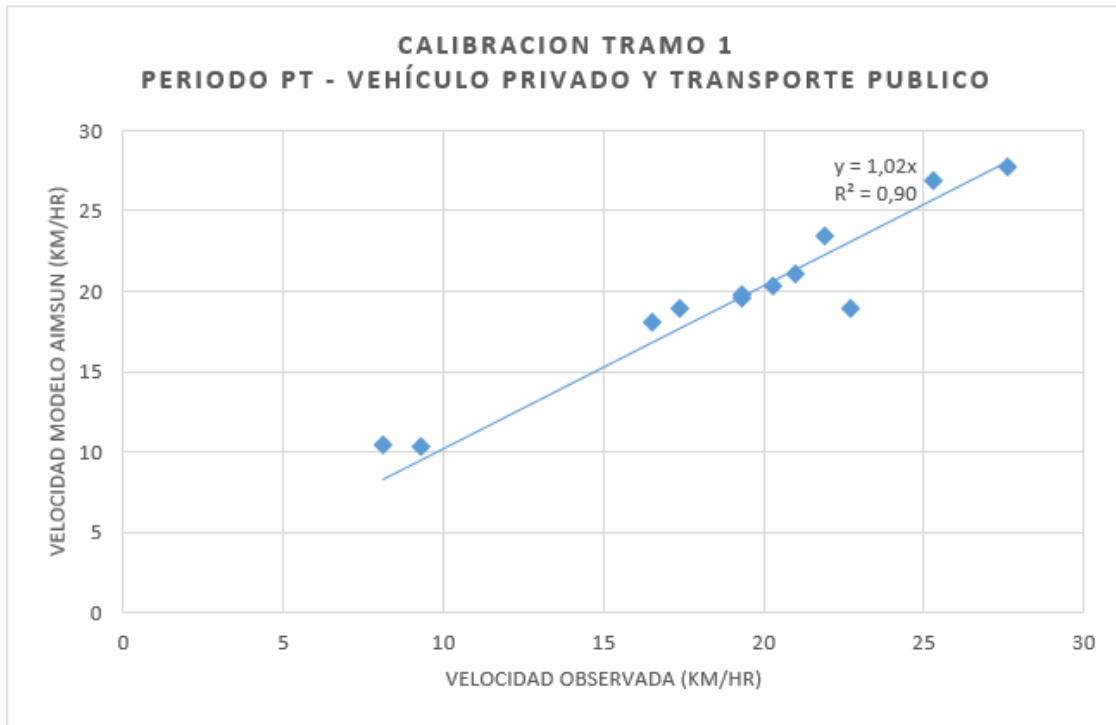


Fuente: Elaboración propia

7.4.2. Período Punta Tarde

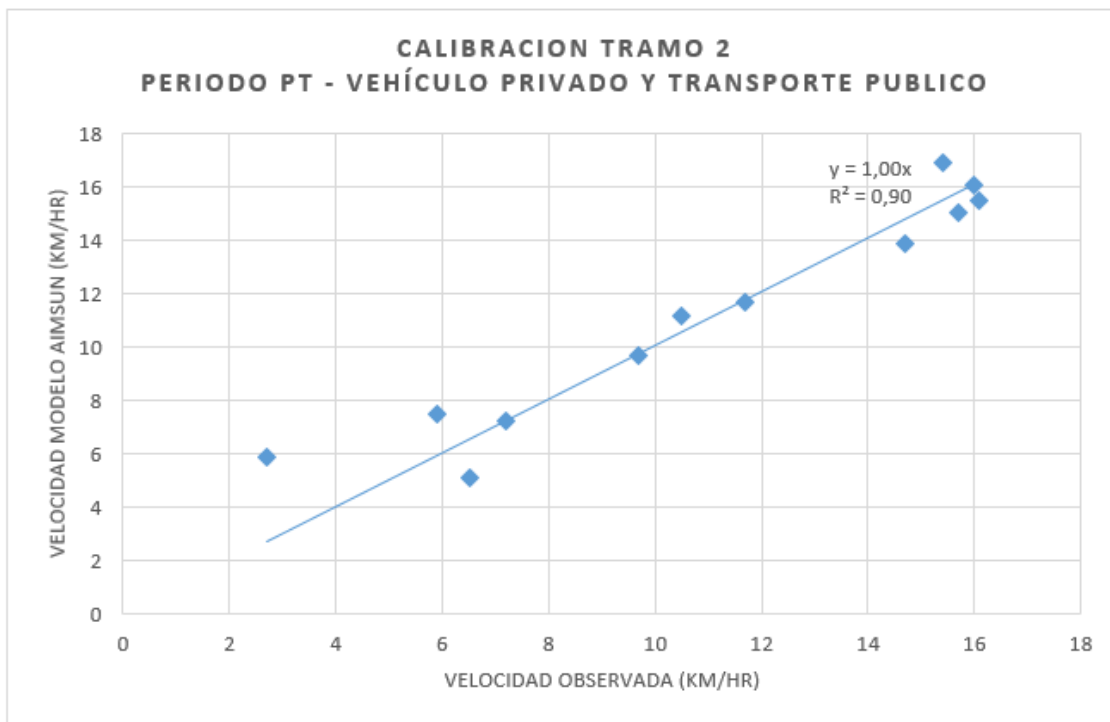
En cada uno de los tramos, considerando las velocidades de diferentes subtramos, se obtuvo los siguientes resultados de cada uno de los tramos.

Figura 7.16 Calibración Tramo 1 – PT



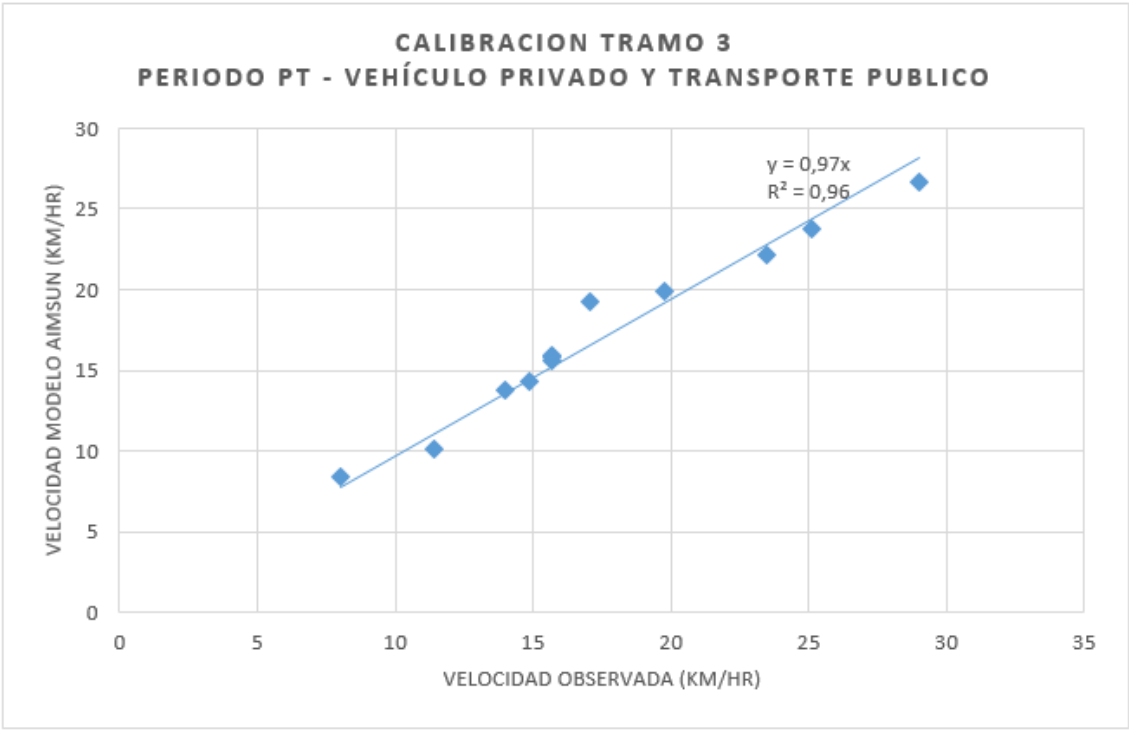
Fuente. Elaboración propia

Figura 7.17 Calibración Tramo 2 – PT



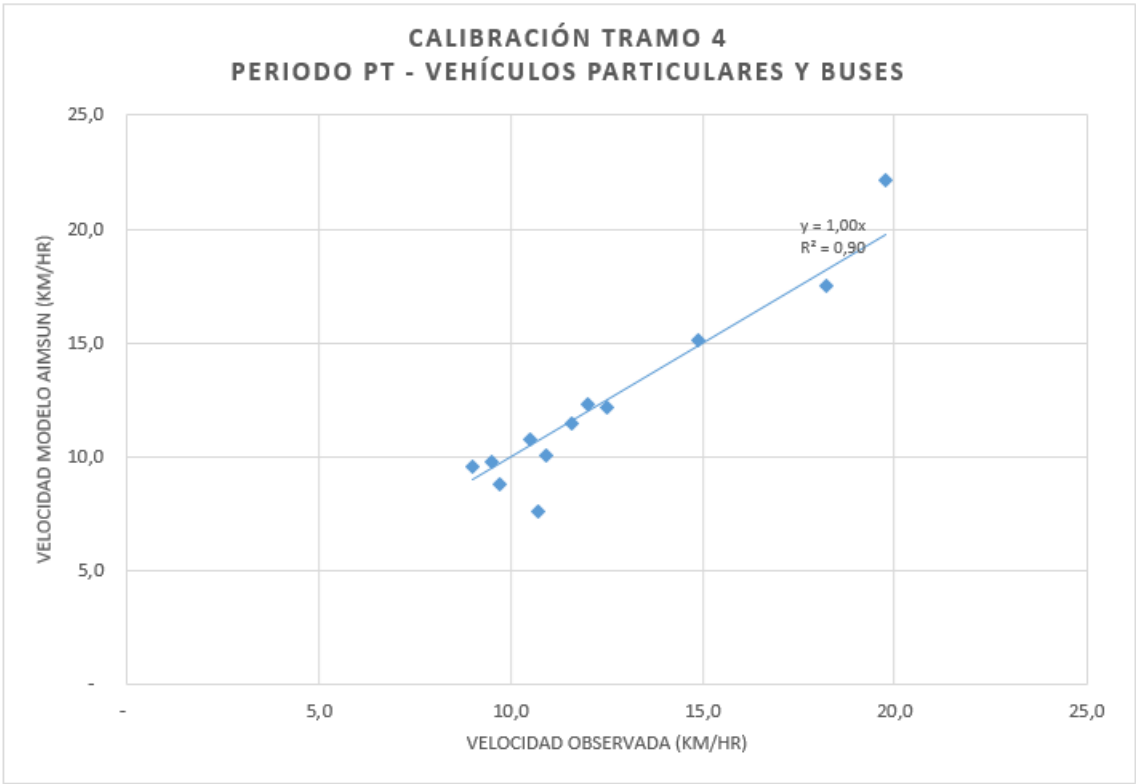
Fuente: Elaboración propia

Figura 7.18 Calibración Tramo 3 – PT



Fuente: Elaboración propia

Figura 7.19 Calibración Tramo 4 – PT



Fuente: Elaboración propia

7.4.3. Longitudes de Cola

Para estos efectos se procedió a comparar los resultados de colas que arroja el modelo AIMSUN con las colas medidas en el trabajo de campo. Para poder realizar una comparación coherente, se procedió a observar la formación de colas de manera similar a lo realizado en terreno, es decir obtener el número de vehículos en cola en aquellos cruces y ramas donde existen antecedentes medidos en terreno. Los puntos de medición de las longitudes de cola han sido los siguientes:

Tabla 7.4 Puntos de medición de longitudes de cola

Punto	Tramo	Sentido	Eje
C_01	Tramo 4	O-P	Apoquindo llegando a Tobalaba
C_02	Tramo 4	O-P	Providencia llegando a Los Leones
C_03	Tramo 4	O-P	Providencia llegando a Lyon
C_04	Tramo 4	O-P	Providencia al llegar a M. Montt
C_05	Tramo 3	O-P	Providencia al llegar a Baquedano con la bifurcación hacia Monjitas
C_06	Tramo 3	O-P	Alameda con Miraflores
C_07	Tramo 2	O-P	Alameda llegando a Amunátegui
C_08	Tramo 2	O-P	Alameda llegando a Exposición
C_09	Tramo 1	N-S	Las Rejas llegando Alameda
C_10	Tramo 1	O-P	Ecuador llegando a Las Rejas
C_11	Tramo 1	P-O	Alameda llegando a Las Rejas
C_12	Tramo 2	P-O	Alameda llegando a Manuel Rodríguez
C_13	Tramo 2	O-P	Alameda llegando a Manuel Rodríguez
C_14	Tramo 2	P-O	Alameda llegando a Nataniel
C_15	Tramo 3	S-N	Santa Rosa llegando a Alameda
C_16	Tramo 3	S-N	Eliodoro Yáñez llegando a Providencia
C_17	Tramo 3	P-O	Providencia llegando a Eliodoro Yáñez
C_18	Tramo 4	P-O	Nueva Providencia llegando a Carlos Antúnez
C_19	Tramo 4	P-O	Nueva Providencia llegando a Pedro de Valdivia
C_20	Tramo 4	P-O	Nueva Providencia llegando a Tobalaba
C_21	Transversales	S-N	Lyon (acceso sur) llegando a Nueva Providencia
C_22	Transversales	S-N	Vicuña Mackenna llegando a Alameda
C_23	Transversales	S-N	Lord Cochrane llegando a Alameda
C_24	Transversales	S-N	Las Rejas llegando Alameda

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la campaña de campo

La obtención de las colas en el modelo se realizó por inspección visual observando la formación de colas en torno a las 8:00 en los modelos del periodo de la Punta Mañana, y en torno a las 18:00 en los modelos del periodo de la Punta Tarde, para lo cual se estableció medir en 5 replicaciones distintas de los modelos las longitudes de cola de vehículos en las pistas.

En la figura siguiente se muestra un ejemplo, donde se puede observar el cruce de Alameda con Las Rejas en la calzada sur rama poniente, observándose una formación de colas promedio de 14 vehículos en la segunda y tercera pista (en este caso no se consideró la primera pista por ser área con alta toma de pasajeros del modo taxi), la que es promediada luego con otras 4 replicaciones y finalmente comparado con lo medido en terreno que correspondía para este ejemplo una longitud de cola de 17,1 vehículos. La longitud de cola considerada corresponde a la formada al término de la fase roja, por lo cual se contaba los vehículos justo cuando comenzaba la verde de la fase.

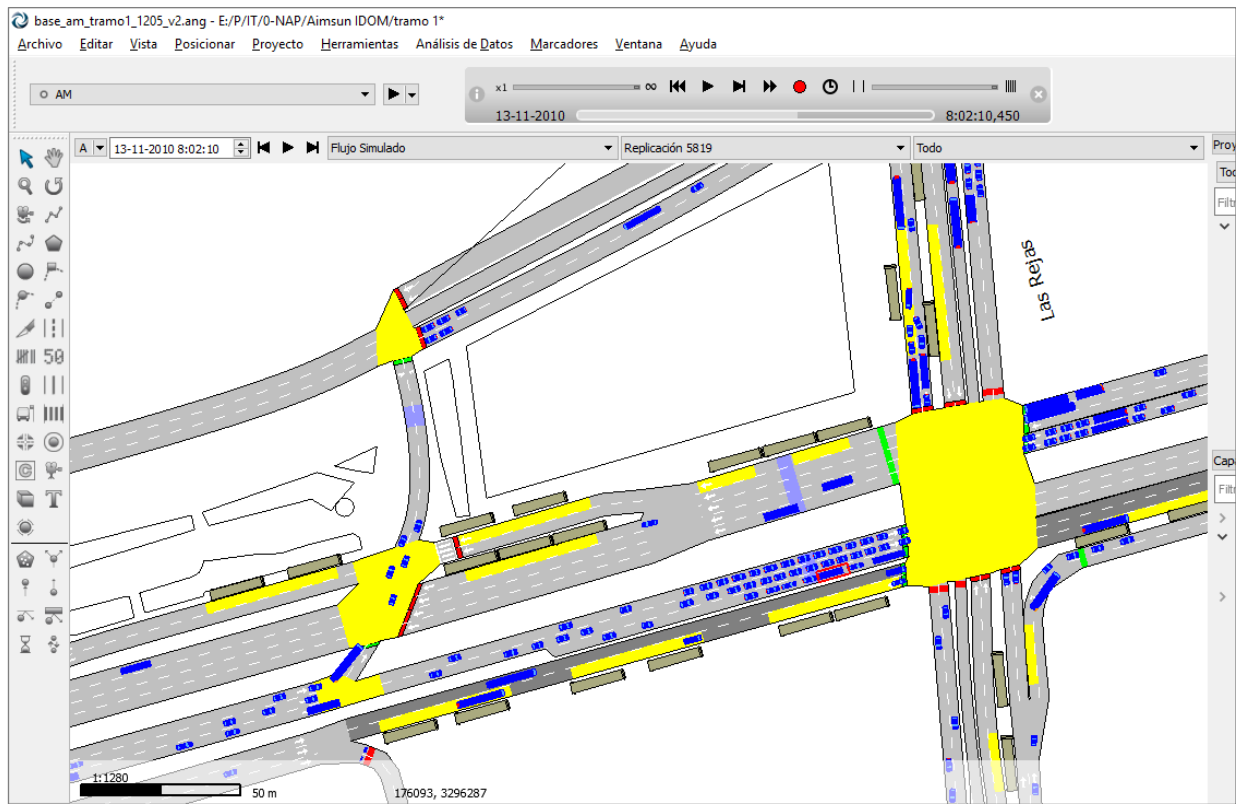


Figura 7.20 Formación de colas en una Rama con datos medidos en terreno (ejemplo rama
 poniente de Alameda para flujo PO)

Fuente: Elaboración propia

A continuación se adjunta una tabla que sintetiza las longitudes de cola de 5 observaciones o
 replicaciones y el valor medido en el trabajo de campo.

Tabla 7.5 Longitudes de cola medidas vs modeladas (Punta Mañana). Pistas generales

PC	CRUCE	SENTI-DO	LONG. COLA MEDIDA (VEH)	LONGITUD DE COLA OBSERVADA MODELO AIMSUN (VEH)					PROMEDIO MODELO AIMSUN (veh)	DIFERENCIA (veh)	%
				1	2	3	4	5			
PC 09	Las Rejas/Alameda	PO	17,1	22,3	13,7	23,7	26,5	13,0	19,8	2,7	16%
PC 08	Alameda/Chacabuco	OP	7,2	1,0	7,5	17,0	12,0	17,5	11,0	3,8	53%
PC 12	Alameda/Manuel Rodríguez	OP	6,7	3,5	7,0	4,0	5,5	7,5	5,5	-1,2	-18%
PC 12	Alameda/Manuel Rodríguez	PO	4,4	11,0	9,5	10,5	11,0	10,0	10,4	6,0	136%
PC 07	Alameda/Amunátegui	PO	12,5	21,5	17,0	20,5	18,0	21,0	19,6	7,1	57%
PC 14	Alameda/Nataniel Cox	PO	6,1	8,0	5,0	6,5	7,5	8,5	7,1	1,0	16%
PC 15	Santa Rosa/Alameda	SN	5,3	5,2	7,0	4,0	8,0	11,0	7,0	1,7	33%
PC 06	Alameda/Miraflores	OP	14,8	9,5	7,5	15,5	16,0	8,0	11,3	-3,5	-24%
PC 05	Vicuña Mackenna/Providencia	OP	11,8	8,0	9,3	10,3	7,0	10,0	8,9	-2,9	-24%
PC 05	Vicuña Mackenna/Providencia	SN	13,0	38,7	37,7	37,3	40,3	37,3	38,3	25,3	194%
PC 16	Providencia/Eliodoro Yáñez	PO	17,5	13,5	14,0	19,0	8,0	12,0	13,3	-4,2	-24%
PC 04	Providencia/Manuel Montt	OP	16,4	26,0	29,5	25,5	28,0	27,5	27,3	10,9	66%
PC 18	Nueva Prov./Carlos Antúnez	PO	21,2	28,0	38,0	32,5	24,5	31,5	30,9	9,7	46%
PC 19	Nueva Prov/ P. de Valdivia	PO	18,7	25,5	26,5	27,0	27,5	28,5	27,0	8,3	44%
PC 03	Providencia/Ricardo Lyon	OP	1,5	13,0	13,0	13,5	13,5	13,0	13,2	11,7	780%
PC 02	Providencia/Los Leones	OP	12,4	31,5	33,0	32,5	32,5	31,5	32,2	19,8	160%
PC 20	Providencia/Tobalaba	PO	10,2	12,0	12,0	13,5	13,5	12,5	12,7	2,5	25%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.6 Longitudes de cola medidas vs modeladas (Punta Mañana). Pistas de bus

PC	CRUCE	SENTI-DO	LONG. COLA MEDIDA (VEH)	LONGITUD DE COLA OBSERVADA MODELO AIMSUN (VEH)					PROMEDIO MODELO AIMSUN (veh)	DIFERENCIA (veh)	%
				1	2	3	4	5			
PC 09	Las Rejas/Alameda	PO	13,6	7,0	15,0	18,5	15,5	14,0	14,0	0,4	0,0
PC 08	Alameda/Chacabuco	OP	2,4	1,0	0,7	1,3	1,0	0,7	0,9	-1,5	-0,6
PC 12	Alameda/Manuel Rodríguez	OP	2,3	8,0	3,0	3,0	3,0	2,0	3,8	1,5	0,7
PC 12	Alameda/Manuel Rodríguez	PO	1,8	5,5	5,5	4,0	5,5	6,5	5,4	3,6	2,0
PC 07	Alameda/Amunátegui	PO	4,4	6,5	6,0	9,0	4,5	5,0	6,2	1,8	0,4
PC 14	Alameda/Nataniel Cox	PO	2,2	6,7	3,7	2,7	2,7	3,3	3,8	1,6	0,7
PC 15	Santa Rosa/Alameda	SN	5,3	5,2	7,0	4,0	8,0	11,0	7,0	1,7	0,3
PC 06	Alameda/Miraflores	OP	5,6	3,0	2,5	5,5	6,0	4,5	4,3	-1,3	-0,2
PC 05	Vicuña Mackenna/Providencia	SN	13,0	4,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,6	-10,4	-0,8
PC 16	Providencia/Eliodoro Yáñez	PO	9,7	9,5	5,0	11,5	8,0	7,5	8,3	-1,4	-0,1
PC 04	Providencia/Manuel Montt	OP	3,2	3,5	4,5	6,0	4,0	2,5	4,1	0,9	0,3
PC 18	Nueva Prov./Carlos Antúnez	PO	9,0	9,5	25,0	21,0	15,0	24,5	19,0	10,0	1,1
PC 19	Nueva Prov/ P. de Valdivia	PO	8,5	11,5	11,0	10,0	8,5	13,0	10,8	2,3	0,3
PC 03	Providencia/Ricardo Lyon	OP	0,4	1,0	1,5	3,0	2,5	5,0	2,6	2,2	5,5
PC 02	Providencia/Los Leones	OP	5,9	1,0	1,5	1,0	2,5	1,5	1,5	-4,4	-0,7
PC 20	Providencia/Tobalaba	PO	8,0	1,0	2,5	1,5	2,5	3,5	2,2	-5,8	-0,7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.7 Longitudes de cola medidas vs modeladas (Punta Tarde). Pistas generales

PC	CRUCE	SENTI-DO	LONG. COLA MEDIDA (VEH)	LONGITUD DE COLA OBSERVADA MODELO AIMSUN (VEH)					PROMEDIO MODELO AIMSUN (veh)	DIFERENCIA (veh)	%
				1	2	3	4	5			
PC 08	Alameda/Chacabuco	OP	12,8	6,0	5,0	6,0	5,5	5,5	5,6	-7,2	-0,6
PC 12	Alameda/Manuel Rodríguez	PO	9,1	4,5	8,5	7,0	9,5	9,0	7,7	-1,4	-0,2
PC 23	Alameda/Lord Cochrane	SN	7,9	20,0	21,7	21,0	21,0	21,0	20,9	13,0	1,6
PC 07	Alameda/Amunátegui	PO	11,0	16,5	17,0	12,0	16,5	15,0	15,4	4,4	0,4
PC 14	Alameda/Nataniel Cox	PO	12,3	7,5	8,5	10,5	8,0	8,5	8,6	-3,7	-0,3
PC 15	Santa Rosa/Alameda	SN	7,3	12,7	5,3	10,3	5,5	7,2	8,2	0,9	0,1
PC 06	Alameda/Miraflores	OP	12,2	3,0	5,0	4,0	3,5	7,0	4,5	-7,7	-0,6
PC 16	Providencia/Eliodoro Yáñez	PO	3,4	21,5	23,5	22,0	22,0	20,5	21,9	18,5	5,4
PC 16	Providencia/Eliodoro Yáñez	SN	11,5	11,8	16,8	14,5	13,3	7,0	12,7	1,2	0,1
PC 04	Providencia/Manuel Montt	OP	20,1	22,0	24,5	14,5	22,0	17,5	20,1	0,0	0,0
PC 18	Nueva Providencia/Carlos Antúnez	PO	6,5	8,0	20,0	15,5	23,5	24,5	18,3	11,8	1,8
PC 19	Nueva Providencia/Pedro de Valdivia	PO	5,7	5,5	17,0	6,5	10,5	15,5	11,0	5,3	0,9
PC 21	Ricardo Lyon/Nueva providencia	SN	5,7	6,3	8,0	6,3	8,3	11,7	8,1	2,4	0,4
PC 03	Providencia/Ricardo Lyon	OP	18,7	27,5	27,0	27,0	25,0	27,0	26,7	8,0	0,4
PC 02	Providencia/Los Leones	OP	23,7	16,0	17,0	17,0	18,5	16,5	17,0	-6,7	-0,3
PC 20	Providencia/Tobalaba	PO	8,7	15,5	20,0	14,0	16,5	19,0	17,0	8,3	1,0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.8 Longitudes de cola medidas vs modeladas (Punta Tarde). Pistas de bus

PC	CRUCE	SENTI-DO	LONG. COLA MEDIDA (VEH)	LONGITUD DE COLA OBSERVADA MODELO AIMSUN (VEH)					PROMEDIO MODELO AIMSUN (veh)	DIFERENCIA (veh)	%
				1	2	3	4	5			
PC 08	Alameda/Chacabuco	OP	3,9	3,0	2,7	4,3	4,3	2,3	3,3	-0,6	-0,1
PC 12	Alameda/Manuel Rodríguez	PO	5,7	5,0	3,0	3,0	5,0	6,0	4,4	-1,3	-0,2
PC 23	Alameda/Lord Cochrane	SN	7,9	20,0	21,7	21,0	21,0	21,0	20,9	13,0	1,6
PC 07	Alameda/Amunátegui	PO	4,4	3,5	4,0	6,0	6,5	2,0	4,4	0,0	0,0
PC 14	Alameda/Nataniel Cox	PO	4,3	4,7	4,0	5,0	4,7	6,0	4,9	0,6	0,1
PC 15	Santa Rosa/Alameda	SN	7,3	12,7	5,3	10,3	5,5	7,2	8,2	0,9	0,1
PC 06	Alameda/Miraflores	OP	6,0	0,5	1,5	0,5	6,5	8,5	3,5	-2,5	-0,4
PC 16	Providencia/Eliodoro Yáñez	PO	1,3	9,0	12,5	10,5	12,0	7,0	10,2	8,9	6,8
PC 16	Providencia/Eliodoro Yáñez	SN	11,5	11,8	16,8	14,5	13,3	7,0	12,7	1,2	0,1
PC 04	Providencia/Manuel Montt	OP	10,0	3,0	4,5	3,5	3,5	3,0	3,5	-6,5	-0,7
PC 18	Nueva Providencia/Carlos Antúnez	PO	11,3	7,0	9,5	9,0	8,5	9,5	8,7	-2,6	-0,2
PC 19	Nueva Providencia/Pedro de Valdivia	PO	3,8	3,5	4,5	4,0	3,0	3,5	3,7	-0,1	0,0
PC 21	Ricardo Lyon/Nueva providencia	SN	5,7	6,3	8,0	6,3	8,3	11,7	8,1	2,4	0,4
PC 03	Providencia/Ricardo Lyon	OP	8,4	0,5	3,0	1,5	3,0	1,0	1,8	-6,6	-0,8
PC 02	Providencia/Los Leones	OP	6,9	0,0	0,0	0,5	2,0	0,5	0,6	-6,3	-0,9
PC 20	Providencia/Tobalaba	PO	6,9	4,0	5,5	2,0	6,0	4,5	4,4	-2,5	-0,4

Fuente: Elaboración propia

8. MODELACIÓN DE LA SITUACION BASE

8.1. RED VIAL

La situación Base ha supuesto la incorporación de los siguientes proyectos de mejora en el corredor:

- Proyecto del Nudo Pajaritos
- Proyecto Explanada Estación Central (Plaza Argentina), con la eliminación del ramal a Exposición

En el caso de la red mejorada, el número de carriles no se modifica de forma general, a excepción de estos dos puntos donde la geometría sufre cambios relevantes.

Como en el caso del número de pistas, el modelo de la Base no ha sufrido cambios significativos por lo que a valores de velocidad máxima permitida en sección se refiere.

8.2. Proyección de los estados de tráfico

Los modelos de microsimulación planteados analizan algunos escenarios en el año 2020. En estos casos los flujos definidos en los Estados de Tráfico han tenido que ser actualizados. En el caso del proyecto de la Base, se han aplicado los siguientes incrementos a todos los flujos de entrada de los tramos.

Tabla 8.1 Variaciones de tránsito esperadas en el escenario base mejorado (Punta Mañana)

		FLUJOS PROMEDIO ASIGNADOS (veh/h)		
Tramo	Sentido	Base 2020	Base 2016	Variación 2016-2020
Tramo 1	OP	1,978	1,610	123%
	PO	2,332	2,013	116%
Tramo 2	OP	1,757	1,628	108%
	PO	1,851	1,736	107%
Tramo 3	OP	2,350	2,301	102%
	PO	2,393	2,230	107%
Tramo 4	OP	1,499	1,374	109%
	PO	2,181	2,159	101%

Fuente: Modelo Estratégico del proyecto

Los datos del cuadro 8.1 provienen del análisis de varias corridas del modelo estratégico para los escenarios Base 2016 y Base 2020 de dicho modelo.

El cambio global de la demanda de tránsito entre el escenario Actual y el escenario Base sigue la tendencia del modelo estratégico, ya que lo que se persigue es que exista consistencia en los efectos producidos desde el escenario Actual hasta el escenario Base. Para estos efectos se promediaron los flujos asignados (veh/hora) por arco y sentido del modelo estratégico en los escenarios Base 2016 y Base 2020 aplicándose luego estos factores a cada tramo del modelo de microsimulación. Se consideró que técnicamente es más apropiado aplicar factores a nivel de tramo, ya que si se hace a nivel de arco se pierde la continuidad de los estados de tráfico.

8.3. LOCALIZACIÓN DE LOS PARADEROS

En la situación Base, se han propuesto una serie de cambios respecto al escenario Actual que modifican el diseño y la localización de algunos de los paraderos del ámbito de estudio. Los cambios realizados son los mismos que se han aplicado en la situación de Anteproyecto, con la diferencia de que en este caso se aplican solamente en ciertos puntos clave de la avenida para ver el efecto que ello produce.

En lo referente al diseño y la localización de paraderos, existen dos cambios principales en la situación Base respecto al escenario Actual. Por un lado, todos los paraderos situados al Poniente de Las Rejas se reconfiguran como en el escenario de Anteproyecto.

A continuación se expone un listado con el código, la localización y el nombre de los paraderos localizados al Poniente de Las Rejas, además de una imagen con la nueva localización de los paraderos en el modelo AIMSUN.

Tabla 8.2 Paraderos relocados al poniente de Las Rejas. Escenario base

Código paradero	Localización	Nombre del paradero
PJ165	ALAMEDA	Parada 6 / (M) Las Rejas
PJ112	ALAMEDA	Parada 7 / (M) Las Rejas
PJ113	ALAMEDA	Parada 8 / (M) Las Rejas
PI437	ALAMEDA	Parada 5 / (M) Las Rejas
PI470	ALAMEDA	Parada 4 / (M) Las Rejas

Fuente: Elaboración propia

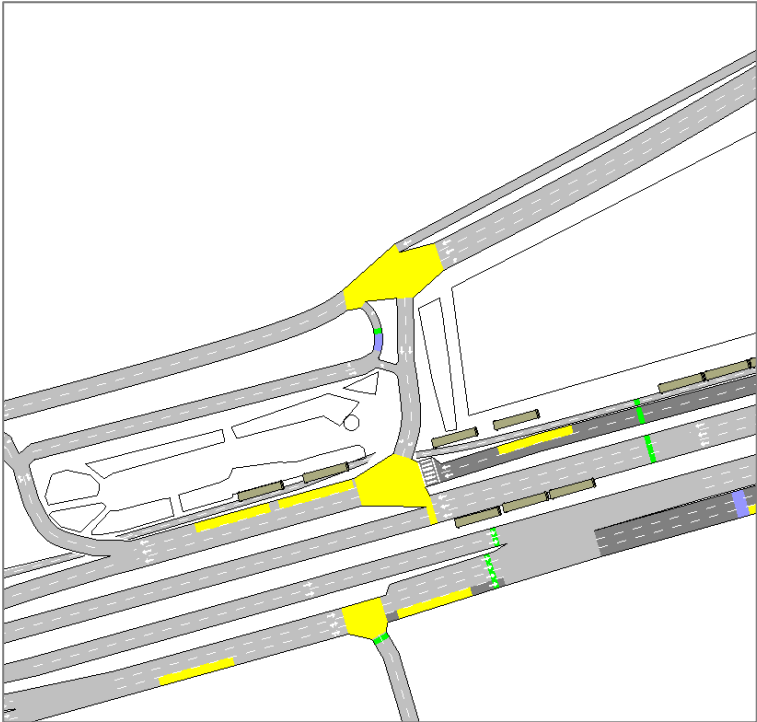


Figura 8.1 Relocalización de los paraderos al poniente de Las Rejas. Escenario base optimizado

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en el escenario Base se contempla la eliminación del Ramal Exposición (al igual que en la situación de Anteproyecto). Debido a ello, es necesario relocalizar los dos paraderos que en la situación actual se encuentran en el Ramal, que se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 8.3 Paraderos relocalizados del Ramal Exposición. Escenario base

Código paradero	Localización	Nombre del paradero
PI402	ALAMEDA	Parada 7 / (M) Estación Central
PI343	ALAMEDA	Parada 6 / (M) Estación Central

Fuente: Elaboración propia

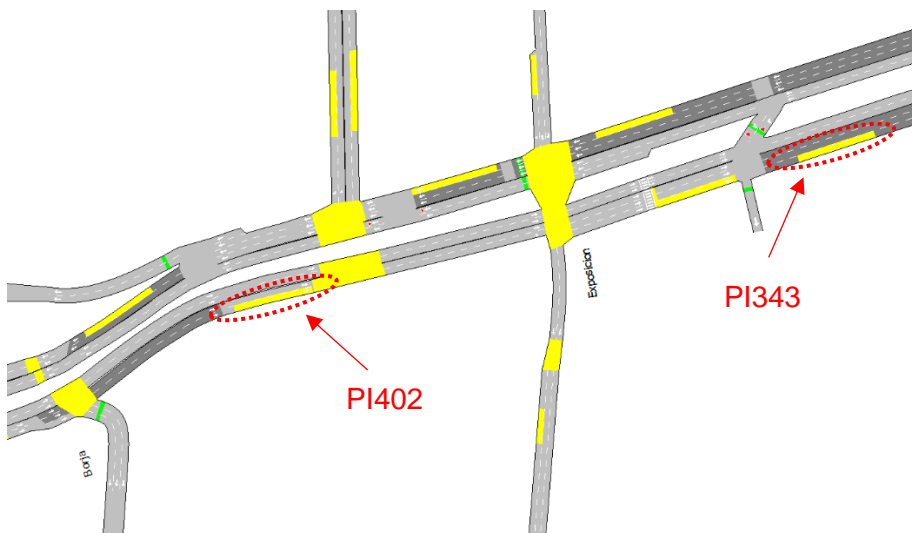


Figura 8.2 Relocalización de los paraderos del Ramal Exposición. Escenario base mejorado

Fuente: Elaboración propia

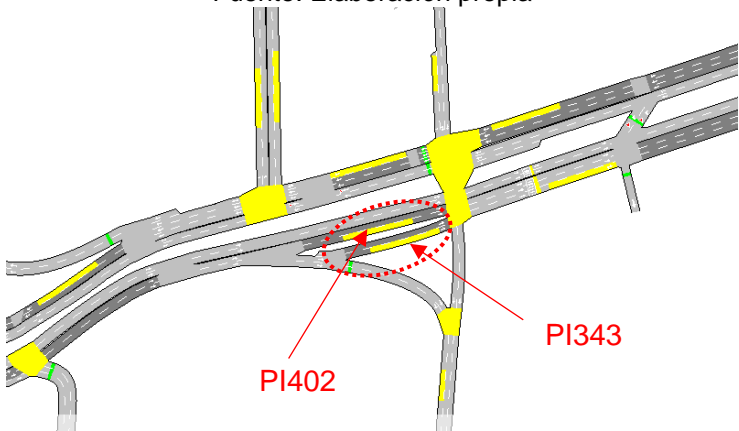


Figura 8.3 Localización Original de los paraderos del Ramal Exposición

Fuente: Elaboración propia

Esta reubicación se debe a que deja de funcionar el filtro del viraje Poniente-Sur frente a Estación Central, por lo cual se necesita la reubicación de las paradas para que puede operar el sector.



Figura 8.4 Servicios en Localización Original de los paraderos del Ramal Exposición
Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps

8.4. Rutas de transporte público

En lo que se refiere a la definición de líneas de transporte público, la introducción de las mejoras del escenario Base no afecta al recorrido de las rutas. Como se ha comentado anteriormente, hay paraderos de la zona de Las Rejas y de Estación Central que sufren una relocalización.

Por tanto, el único cambio que afecta ligeramente a las líneas es el punto de parada en estas dos zonas, que variará respecto al escenario actual. No obstante, los virajes de entrada y salida al ámbito de estudio se mantienen igual, por lo que no existen diferencias sustanciales en la definición de rutas de transporte público entre la situación actual y el escenario Base.

8.5. Resultado de las velocidades promedio

En el escenario Base las velocidades varían respecto al escenario actual debido a los cambios que se producen en la demanda.

A continuación se presentan los resultados de cada uno de los tramos. A diferencia de lo reportado en las tablas correspondientes a la situación actual, en las siguientes no se incluyen datos de velocidades medidas, ya que se trata de una situación no existente y, por ello, no se dispone de datos medidos en el terreno.

Tabla 8.4 Listado de velocidades en el eje. Situación base Punta Mañana. Tramo 1

Auto																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
1	Exposición	G. Velásquez	OP	1,3	13,8	14,9	11,3	7,7	8,5	16,4	20,3	17,2	14,4	18,9	14,3	0:05:27
1	G. Velásquez	Las Rejas	OP	1,5	21,0	17,2	21,5	13,4	23,7	20,9	20,5	14,9	21,0	16,9	19,1	0:04:43
1	Las Rejas	G. Velásquez	PO	1,5	10,0	8,8	9,3	9,6	9,6	9,5	9,4	9,1	8,5	9,8	9,4	0:09:36
1	G. Velásquez	Exposición	PO	1,3	11,5	11,4	14,4	9,5	12,2	11,7	12,3	12,7	8,6	11,8	11,6	0:06:43
Bus																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
1	Exposición	G. Velásquez	OP	1,3	9,8	9,2	6,9	8,2	3,7	11,1	13,5	12,7	9,5	8,9	9,4	0:08:20
1	G. Velásquez	Las Rejas	OP	1,5	8,6	14,3	12,0	10,1	11,9	9,9	9,2	14,2	9,1	15,3	11,5	0:07:51
1	Las Rejas	G. Velásquez	PO	1,5	14,5	13,7	14,6	10,3	14,5	14,3	16,1	17,0	13,1	13,2	14,1	0:06:22
1	G. Velásquez	Exposición	PO	1,3	12,6	12,5	11,4	11,8	11,7	13,9	13,3	12,7	12,5	12,4	12,4	0:06:17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.5 Listado de velocidades en el eje. Situación base Punta Tarde. Tramo 1

Auto																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
1	Exposición	G. Velásquez	OP	1,3	14,5	13,5	10,6	13,4	12,6	18,5	12,6	6,2	18,7	18,6	13,9	0:05:36
1	G. Velásquez	Las Rejas	OP	1,5	14,3	14,9	12,4	18,6	15,4	13,0	15,8	6,5	16,6	18,6	14,6	0:06:10
1	Las Rejas	G. Velásquez	PO	1,5	9,8	7,1	8,2	7,6	8,4	8,7	8,3	8,3	8,2	8,6	8,3	0:10:49
1	G. Velásquez	Exposición	PO	1,3	15,2	14,6	15,1	13,4	14,9	19,2	13,4	14,1	11,1	17,3	14,8	0:05:15
Bus																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
1	Exposición	G. Velásquez	OP	1,3	16,1	13,5	14,3	12,5	13,8	12,3	19,5	16,7	10,7	17,3	14,7	0:05:19
1	G. Velásquez	Las Rejas	OP	1,5	14,6	14,8	14,2	13,8	17,0	14,3	17,8	16,3	14,0	11,5	14,8	0:06:04
1	Las Rejas	G. Velásquez	PO	1,5	11,0	10,2	11,2	10,2	10,0	8,6	12,3	9,0	11,5	10,8	10,5	0:08:35
1	G. Velásquez	Exposición	PO	1,3	15,2	11,3	13,5	13,9	12,9	14,2	13,2	13,8	12,4	12,2	13,3	0:05:53

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.6 Listado de velocidades en el eje. Situación base Punta Mañana. Tramo 2

Auto																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
2	Santa Rosa	M. Rodríguez	OP	1,4	13,1	16,2	14,1	14,6	14,9	15,7	15,1	14,2	15,2	15,2	14,8	0:05:40
2	M. Rodríguez	Exposición	OP	1,7	11,9	17,8	14,6	14,9	8,1	13,1	14,8	14,5	19,9	20,1	15,0	0:06:49
2	Exposición	M. Rodríguez	PO	1,7	3,6	5,3	6,5	6,7	6,0	3,9	3,5	3,5	3,2	2,6	4,5	0:22:49
2	M. Rodríguez	Santa Rosa	PO	1,4	9,4	7,5	9,6	7,8	8,4	9,3	7,8	7,0	7,9	9,9	8,4	0:09:57
Bus																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
2	Santa Rosa	M. Rodríguez	OP	1,4	6,2	6,9	7,7	4,6	7,5	4,0	4,8	7,8	6,8	8,9	6,5	0:12:52
2	M. Rodríguez	Exposición	OP	1,7	6,4	8,5	10,6	4,8	8,2	6,7	5,0	8,7	7,9	6,7	7,3	0:13:55
2	Exposición	M. Rodríguez	PO	1,7	9,6	10,5	10,0	9,3	11,3	9,0	9,5	10,4	10,3	9,8	10,0	0:10:14
2	M. Rodríguez	Santa Rosa	PO	1,4	11,7	8,7	10,4	10,1	11,3	10,7	11,2	8,3	10,5	9,6	10,3	0:08:11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.7 Listado de velocidades en el eje. Situación base Punta Tarde. Tramo 2

Auto																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
2	Santa Rosa	M. Rodríguez	OP	1,4	9,6	6,8	9,7	8,3	8,3	7,3	8,0	6,7	10,5	8,2	8,3	0:10:04
2	M. Rodríguez	Exposición	OP	1,7	15,5	12,7	10,0	15,5	13,8	15,5	12,6	13,8	16,4	16,3	14,2	0:07:11
2	Exposición	M. Rodríguez	PO	1,7	10,4	9,3	12,8	9,4	9,4	10,2	12,4	9,9	9,5	6,3	10,0	0:10:14
2	M. Rodríguez	Santa Rosa	PO	1,4	8,6	9,0	8,8	10,8	7,4	8,1	9,4	9,6	7,8	8,3	8,8	0:09:34
Bus																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
2	Santa Rosa	M. Rodríguez	OP	1,4	6,1	7,3	6,6	6,7	8,5	9,9	7,9	5,5	1,6	7,6	6,8	0:12:25
2	M. Rodríguez	Exposición	OP	1,7	6,5	6,9	8,7	6,4	5,6	5,8	7,2	6,6	5,7	7,5	6,7	0:15:17
2	Exposición	M. Rodríguez	PO	1,7	14,1	8,6	10,2	13,1	11,6	10,5	11,1	11,8	11,4	11,2	11,3	0:08:59
2	M. Rodríguez	Santa Rosa	PO	1,4	13,8	10,8	11,9	12,6	13,7	9,7	9,8	15,9	11,8	11,8	12,2	0:06:54

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.8 Listado de velocidades en el eje. Situación base Punta Mañana. Tramo 3

Auto																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
3	M. Montt	V. Mackenna	OP	1,6	16,7	17,5	17,8	21,5	15,0	14,0	18,0	17,5	18,3	13,9	17,0	0:05:38
3	V. Mackenna	Santa Rosa	OP	1,3	14,2	13,3	12,6	13,6	11,6	14,5	13,9	14,2	15,7	13,4	13,7	0:05:42
3	Santa Rosa	V. Mackenna	PO	1,3	17,4	19,5	25,1	24,6	18,1	17,8	10,6	18,3	18,7	14,4	18,5	0:04:13
3	V. Mackenna	M. Montt	PO	1,6	7,7	7,1	6,8	6,6	5,5	8,0	6,4	11,0	6,1	9,0	7,4	0:12:57
Bus																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
3	M. Montt	V. Mackenna	OP	1,6	18,7	13,8	14,0	20,6	20,3	19,9	13,3	12,2	15,1	14,6	16,3	0:05:54
3	V. Mackenna	Santa Rosa	OP	1,3	16,7	20,1	21,9	12,1	21,3	24,7	16,7	11,6	18,8	18,2	18,2	0:04:17
3	Santa Rosa	V. Mackenna	PO	1,3	8,7	10,9	8,2	8,8	11,6	10,6	10,7	8,7	8,9	10,5	9,7	0:08:00
3	V. Mackenna	Manuel Montt	PO	1,6	12,2	14,1	13,1	13,0	12,9	12,8	12,0	13,1	12,9	13,5	13,0	0:07:25

Fuente. Elaboración propia

Tabla 8.9 Listado de velocidades en el eje. Situación base Punta Tarde. Tramo 3

Auto																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
3	M. Montt	V. Mackenna	OP	1,6	12,7	11,6	13,5	10,9	8,1	17,5	7,8	12,6	17,2	10,6	12,2	0:07:51
3	V. Mackenna	Santa Rosa	OP	1,3	15,1	17,6	17,1	17,2	17,0	15,7	16,4	16,5	14,7	13,6	16,1	0:04:51
3	Santa Rosa	V. Mackenna	PO	1,3	5,5	5,7	3,9	4,1	4,7	7,0	7,0	9,5	3,4	7,6	5,8	0:13:22
3	V. Mackenna	M. Montt	PO	1,6	16,3	15,3	13,1	16,5	18,8	13,5	18,9	12,9	13,2	17,6	15,6	0:06:09
Bus																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
3	M. Montt	V. Mackenna	OP	1,6	6,8	6,4	7,1	2,8	9,5	8,7	3,3	4,0	12,1	7,6	6,8	0:14:04
3	V. Mackenna	Santa Rosa	OP	1,3	17,8	12,4	10,6	21,6	19,4	11,5	8,9	7,5	24,1	16,1	15,0	0:05:12
3	Santa Rosa	V. Mackenna	PO	1,3	11,5	13,0	13,4	8,5	11,5	11,6	12,2	15,5	14,0	10,5	12,2	0:06:25
3	V. Mackenna	Manuel Montt	PO	1,6	12,4	11,5	11,8	11,6	12,0	11,9	11,4	12,2	12,1	11,9	11,9	0:08:05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.10 Listado de velocidades en el eje. Situación base Punta Mañana. Tramo 4

Auto																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
4	Tobalaba	Pedro de Valdivia	OP	1,3	4,8	7,5	5,2	5,9	7,9	6,7	5,4	6,2	4,7	6,4	6,1	0:12:52
4	Pedro de Valdivia	Manuel Montt	OP	1,0	4,9	10,3	11,5	8,2	4,3	3,6	6,8	9,5	8,4	9,1	7,7	0:07:50
4	Manuel Montt	Pedro de Valdivia	PO	1,0	5,5	4,2	4,8	4,5	5,4	6,7	3,6	2,6	6,9	4,6	4,9	0:12:17
4	Pedro de Valdivia	Tobalaba	PO	1,3	11,2	9,8	12,1	8,3	13,5	12,1	7,9	13,2	6,3	9,1	10,4	0:07:32
Bus																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
4	Tobalaba	Pedro de Valdivia	OP	1,3	12,7	11,9	11,9	11,7	13,7	13,4	12,8	6,9	14,9	13,3	12,3	0:06:20
4	Pedro de Valdivia	Manuel Montt	OP	1,0	15,5	15,2	14,9	15,9	15,4	18,4	20,2	12,2	14,8	13,3	15,6	0:03:51
4	Manuel Montt	Pedro de Valdivia	PO	1,0	9,0	8,8	7,7	7,1	8,2	9,2	9,2	10,3	8,6	10,1	8,8	0:06:48
4	Pedro de Valdivia	Tobalaba	PO	1,3	11,3	7,1	9,5	9,4	10,4	6,9	9,3	9,0	11,3	8,6	9,3	0:08:24

Fuente. Elaboración propia

Tabla 8.11 Listado de velocidades en el eje. Situación base Punta Tarde. Tramo 4

Auto																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
4	Tobalaba	Pedro de Valdivia	OP	1,3	3,9	3,1	3,5	3,5	5,0	4,2	4,8	5,2	1,3	2,6	3,7	0:21:01
4	Pedro de Valdivia	Manuel Montt	OP	1,0	10,6	13,8	13,1	14,0	12,1	7,3	12,8	12,2	12,9	9,7	11,8	0:05:04
4	Manuel Montt	Pedro de Valdivia	PO	1,0	5,8	7,5	7,7	5,9	8,1	6,1	4,2	6,1	5,1	10,5	6,7	0:08:58
4	Pedro de Valdivia	Tobalaba	PO	1,3	5,1	5,4	6,8	1,9	5,0	5,9	6,6	8,4	5,3	1,5	5,2	0:15:00
Bus																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
4	Tobalaba	Pedro de Valdivia	OP	1,3	10,8	8,1	7,9	6,3	10,2	9,2	10,1	10,6	10,2	11,0	9,5	0:08:15
4	Pedro de Valdivia	Manuel Montt	OP	1,0	4,5	7,5	1,6	6,3	7,3	7,8	4,4	8,0	7,0	7,6	6,2	0:09:41
4	Manuel Montt	Pedro de Valdivia	PO	1,0	11,0	9,5	8,8	12,3	9,2	9,9	10,2	12,7	10,6	9,1	10,3	0:05:49
4	Pedro de Valdivia	Tobalaba	PO	1,3	10,0	7,4	7,9	9,5	6,9	7,4	7,2	10,5	9,5	11,0	8,7	0:08:56

Fuente. Elaboración propia

9. MODELACIÓN DE LA SITUACIÓN DE ANTEPROYECTO

9.1. RED VIAL

La situación de anteproyecto ha supuesto un cambio de configuración del corredor así como otros cambios operacionales.

Los principales puntos a tener en cuenta en la situación de anteproyecto son:

- Relocalización de las pistas de buses en la zona central de la Alameda
- Carga y descarga de pasajeros de los buses por el lado izquierdo
- Limitación de uso de las pistas de bus a los buses urbanos
- Relocalización de las pistas de tránsito general
- Eliminación de una gran parte de virajes a izquierda permitidos en la actualidad

En el caso del modelo del Anteproyecto, las velocidades máximas en cada sección consideradas son básicamente las obtenidas en el proceso de calibración para las vías de transporte privado, mientras que en el corredor de bus se ha subido estas velocidades a la velocidad de diseño geométrico del mismo, ya que esta sería la velocidad que debieran utilizar los conductores.

9.2. PROYECCIONES DE TRÁNSITO

En el caso del escenario de Anteproyecto, tomando como base también el modelo estratégico, se han obtenido los siguientes factores de incremento/decremento de tránsito en cada una de las calzadas de la Alameda. Estos se ajustan en términos generales a las tendencias indicadas por el modelo estratégico.

Tabla 9.1 Variaciones de tránsito esperadas en el escenario de anteproyecto (Punta Mañana)

		FLUJOS PROMEDIO ASIGNADOS (vehículos/hora)					
Tramo	Sentido	Base 2016	Base 2020	Anteproyecto 2020	Variación diseño NAP	Variación 2016-2020	Variación Total
Tramo 1	OP	1,610	1,978	1,888	95%	123%	117%
	PO	2,013	2,332	2,064	89%	116%	103%
Tramo 2	OP	1,628	1,757	1,476	84%	108%	91%
	PO	1,736	1,851	1,353	73%	107%	78%
Tramo 3	OP	2,301	2,350	1,803	77%	102%	78%
	PO	2,230	2,393	1,739	73%	107%	78%
Tramo 4	OP	1,374	1,499	1,038	69%	109%	76%
	PO	2,159	2,181	1,669	77%	101%	77%

Fuente: Modelo Estratégico

9.3. RERUTEOS DE TRÁNSITO

Los reruteos surgen como una necesidad de reorganización del tránsito debido a la nueva configuración de la Avenida. En el escenario Actual la pista de vehículos livianos circula por el centro, mientras que la pista reservada al transporte colectivo va por los laterales.

Actualmente, antes de llegar a un cruce con un giro a la derecha la pista de transporte colectivo se abre, permitiendo así la entrada de todos los vehículos que quieren virar en esta intersección.

En los giros a la izquierda como los vehículos ya circulan por la pista central no habrá ningún problema con ese movimiento en las intersecciones en las que se permita dicho giro. Con el nuevo diseño, la configuración de las pistas de la Avenida se invierte, pasando los vehículos a los laterales y el transporte colectivo al centro.

De este modo se elimina la problemática que aparecía en cada giro a la derecha, ya que ahora se permitirá y ocurrirá sin que haya incidentes de cruces de vehículos (ligeros frente a buses).

Sin embargo, la nueva configuración impide la mayoría de los giros que antes se realizaban hacia la izquierda. Consecuentemente, esto implicará un “reruteo” (cambio de recorrido), en el que los vehículos que deseen realizar ese movimiento ahora deberán primero virar a la derecha para hacer una “U” de modo a cruzar la Alameda y continuar su camino con normalidad (tal y como se muestra en la figura adjunta):

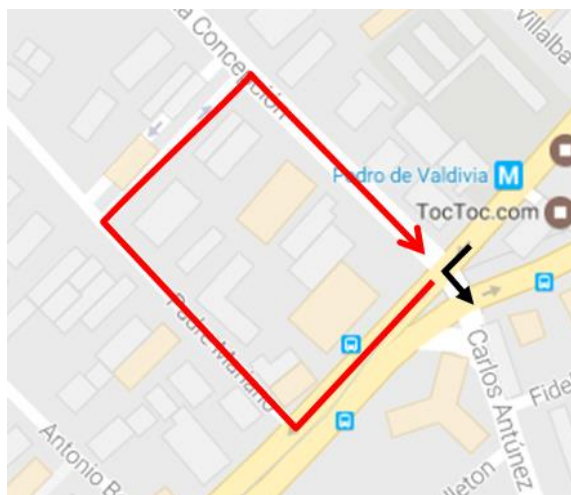


Figura 9.1 Ejemplo de reruteo en la nueva configuración del Eje Alameda-Providencia

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps

Para configurar los reruteos en los estados de tráfico simplemente se ha tomado el flujo que giraba en cada intersección donde antes se permitía dicho giro y se prohíbe en la nueva configuración.

A continuación, al estado de tráfico se le ha añadido el flujo de ese giro anulado al nuevo viraje y a la calle que cruza la avenida de forma transversal y que completa el recorrido en “U”.

Se muestra a continuación un ejemplo de la intersección de Alameda/Concepción (OS).

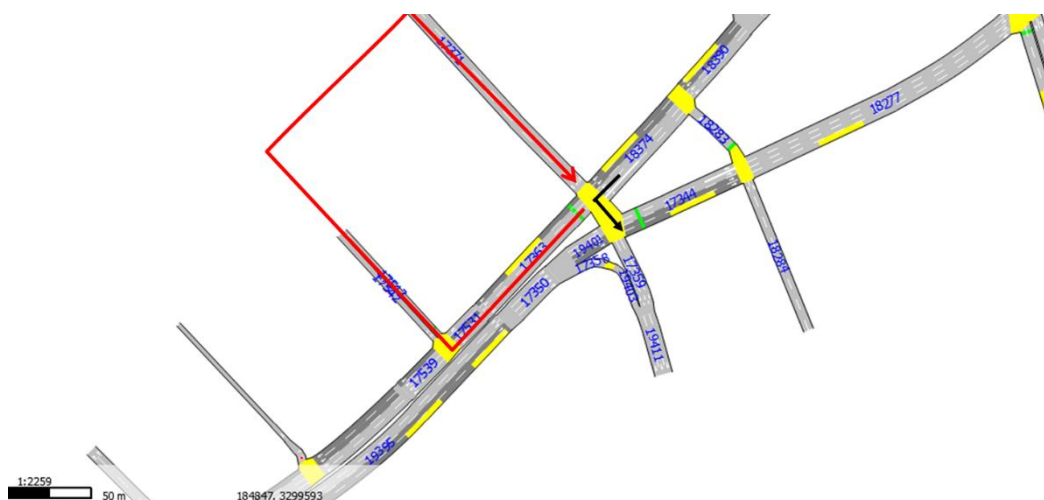


Figura 9.2 Ejemplo configuración de los nuevos estados de tráfico en función de los virajes reruteados

Fuente: Elaboración propia

Como puede verse, en la situación Actual se permite el movimiento Oriente-Sur (OS) desde la sección 18374 hasta la 17359, mientras que la nueva configuración va a impedir dicho giro.

En la configuración de Anteproyecto, el movimiento reruteado será el marcado con las flechas rojas, que rerutean los vehículos pasando por las secciones 17363, 17531 y 17543 para ir hacia la 17371. En la figura siguiente puede verse como queda la intersección anterior en la situación Anteproyecto.

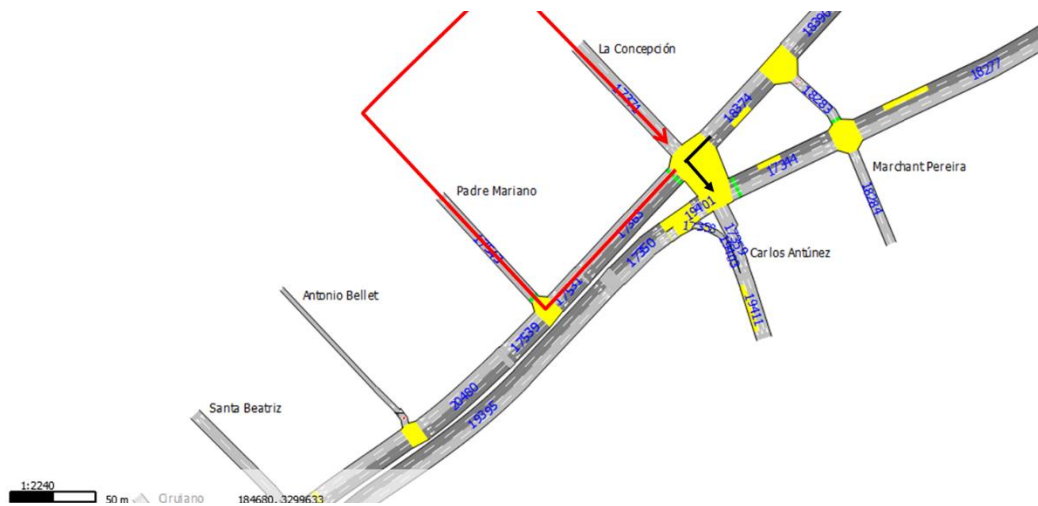


Figura 9.3 Configuración de una intersección en la situación de Anteproyecto

Fuente: Elaboración propia

De este modo, el giro reruteado se añade a los movimientos correspondientes.

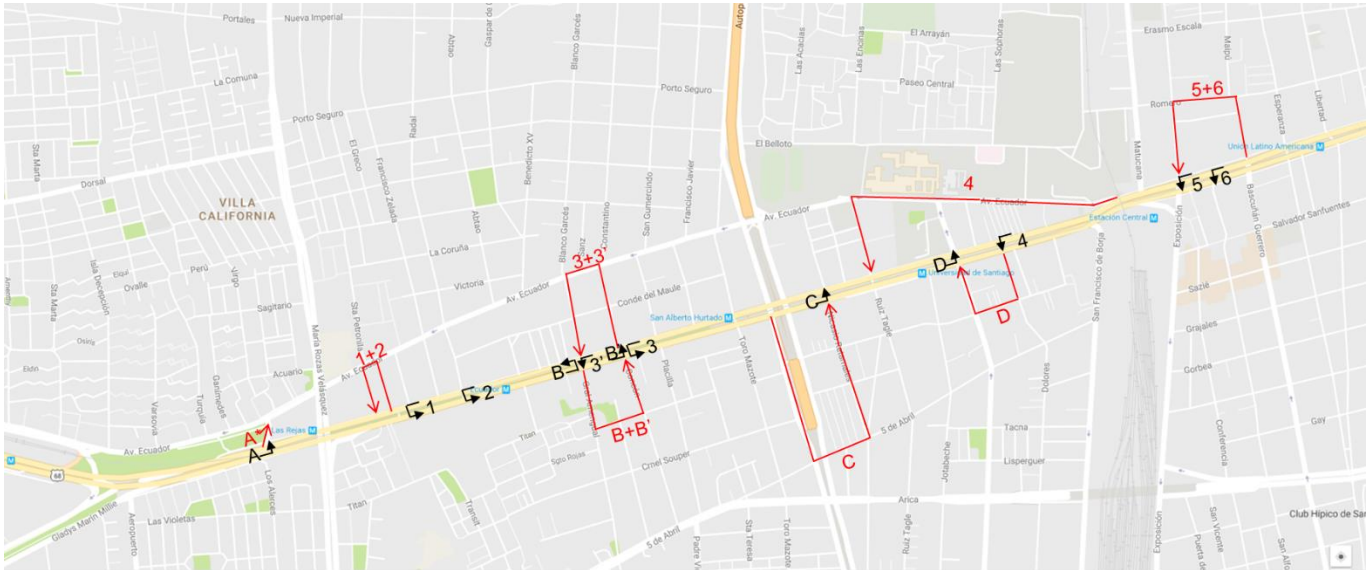
Tabla 9.2 Ejemplo de comparación de los giros entre el escenario Base y el escenario Anteproyecto

Escenario actual (base)			Escenario futuro (anteproyecto)		
Sección de inicio	Sección final	Observaciones	Sección de inicio	Sección final	Observaciones
18374	17359	Con un solo movimiento se puede hacer el viraje a la izquierda	18374	17363	Al flujo de circulación en la Alameda se le añade el que antes viraba y ahora continuará recto hasta la siguiente intersección
			17363	17531	
			17531	17543	Los vehículos realizarán el viraje a la derecha sin interferir con los demás de la avenida
			17371	17359	Finalmente se concluye el reruteo llegando a la sección de destino

Fuente: Elaboración propia

Así, los estados de tráfico han tenido en cuenta estos incrementos o disminuciones de flujo según sea el caso.

A continuación se presenta un esquema de los reruteos aplicados en todos los tramos de la Alameda con su flujo asociado.



↙ Nuevo viraje por reruteo ↘ Viraje anterior Calle que requiere cambio de sentido o apertura

Figura 9.4 Esquema de los reruteos aplicados. Tramo 1
Fuente. Elaboración propia a partir de Google Maps

Tabla 9.3 Flujo reruteos Tramo 1 Punta Mañana

Reruteo Sentido OP	Flujo (veh/hr)		Reruteo Sentido PO	Flujo (veh/hr)	
	Livianos	Pesados		Livianos	Pesados
1	80	0	A	451	20
2	66	2	B+B'	132	17
3	56	9	C	252	6
4	51	6	D	143	12
5	178	0	T2-A	77	4
6	51	6	T2-B	58	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.4 Flujo reruteos Tramo 1 Punta Tarde

Reruteo Sentido OP	Flujo (veh/hr)		Reruteo Sentido PO	Flujo (veh/hr)	
	Livianos	Pesados		Livianos	Pesados
1	48	3	A	452	1
2	48	3	B+B'	153	7
3	187	9	C	240	14
4	12	14	D	42	0
5	109	3	T2-A	50	5
6	25	7	T2-B	58	2

Fuente: Elaboración propia



Figura 9.5 Esquema de los reruteos aplicados. Tramo 2
Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps

Tabla 9.5 Flujo reruteos Tramo 2 Punta Mañana

Reruteo Sentido OP	Flujo (veh/hr)		Reruteo Sentido PO	Flujo (veh/hr)	
	Livianos	Pesados		Livianos	Pesados
1	178	0	A	77	4
2	51	6	B	58	2
3	51	0	C	265	9
4	207	35	D	37	1
5	67	2	E	51	0
6	112	0	F	76	0
7	100	0	G	128	4
8	128	4	H	130	4
9	133	0	I	176	6
10	166	5			
11	216	7			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.6 Flujo reruteos Tramo 2 Punta Tarde

Reruteo Sentido OP	Flujo (veh/hr)		Reruteo Sentido PO	Flujo (veh/hr)	
	Livianos	Pesados		Livianos	Pesados
1	109	3	A	50	5
2	25	7	B	58	2
3	51	1	C	153	1
4	294	3	D	23	0
5	93	0	E	129	1
6	112	3	F	58	2
7	97	0	G	32	2
8	128	4	H	91	1
9	191	5	I	78	2
10	83	1			
11	110	1			

Fuente: Elaboración propia



Figura 9.6 Esquema de los reruteos aplicados. Tramo 3
Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.7 Flujo reruteos Tramo 3 Punta Mañana

Reruteo Sentido OP	Flujo (veh/hr)	
	Livianos	Pesados
1	60	6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.8 Flujo reruteos Tramo 3 Punta Tarde

Reruteo Sentido OP	Flujo (veh/hr)	
	Livianos	Pesados
1	30	6

Fuente: Elaboración propia



Figura 9.7 Esquema de los reruteos aplicados. Tramo 4
Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps

Tabla 9.9 Flujo reruteos Tramo 4 Punta Mañana

Reruteo Sentido OP	Flujo (veh/hr)		Reruteo Sentido PO	Flujo (veh/hr)	
	Livianos	Pesados		Livianos	Pesados
1	303	10	A	300	15
2	140	1	B	50	2
3	115	1	C	350	10
4	177	6	D	797	10
			E	50	2
			F	319	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.10 Flujo reruteos Tramo 4 Punta Tarde

Reruteo Sentido OP	Flujo (veh/hr)		Reruteo Sentido PO	Flujo (veh/hr)	
	Livianos	Pesados		Livianos	Pesados
1	415	3	A	134	4
2	234	1	B	50	2
3	159	3	C	65	1
4	208	3	D	670	8
			E	1	0
			F	114	6

Fuente. Elaboración propia

Además de los esquemas anteriores, se ha configurado una tabla que hace referencia a los movimientos de giro a izquierda o retornos sobre el bandejón, pues estos son los escenarios que se eliminan en la situación Anteproyecto y por tanto, son las que se rerutean.

En las tablas que se presentan a continuación pueden verse los puntos conflictivos que se localizan dentro de los cuatro tramos modelizados y el tratamiento propuesto para dicho movimiento. Se entiende como punto conflictivo aquella intersección en la que, en la situación Actual, se da un giro o movimiento que se va a prohibir para la situación de Anteproyecto:

Tabla 9.11 Movimientos de giro a izquierda y retornos que son reruteados en la situación anteproyecto, Tramos 1 y 2

Nº Intersección	Nº Mapa	Nombre de Calle	Movimientos Prohibidos	Reruteo Propuesto	Flujo reruteado PM (Veh/hr)	Flujo reruteado PT (Veh/hr)
3	--	Pablo Neruda	PP	<ul style="list-style-type: none"> Reruteo metropolitano 	Reruteo metropolitano	Reruteo metropolitano
4	T1-1	Carlos Pezoa Véliz	OO	<ul style="list-style-type: none"> Francisco Zelada-Ecuador-Salvador Reyes-Alameda 	80 veh.liv/hr 0 veh.pes/hr	48 veh.liv/hr 3 veh.pes/hr
6	T1-2	Radal	OO	<ul style="list-style-type: none"> Concón-Ecuador-Radal Purísima-Conde del Maule-Radal Fco. Zelada-Ecuador-Salvador Reyes 	66 veh.liv/hr 2 veh.pes/hr	48 veh.liv/hr 3 veh.pes/hr
11	T1-B	Juan Francisco González	PP	<ul style="list-style-type: none"> Gral. Amengual-M.Thomson-Concón 	32 veh.liv/hr 4 veh.pes/hr	43 veh.liv/hr 2 veh.pes/hr
12	T1-3'	General Amengual	OS	<ul style="list-style-type: none"> Concón-Ecuador-Gral.Amengual 	56 veh.liv/hr 9 veh.pes/hr	187 veh.liv/hr 9 veh.pes/hr
13	T1-3	Concón	OO	<ul style="list-style-type: none"> Concón-Ecuador-Gral.Amengual Coronel Godoy-Ecuador-Concón 		
13	T1-B'	Concón	PN	<ul style="list-style-type: none"> Gral. Amengual-M.Thomson-Concón 	100 veh.liv/hr 13 veh.pes/hr	110 veh.liv/hr 5 veh.pes/hr
18	T1-C	Nicasio Retamales	PN	<ul style="list-style-type: none"> Toro Mazotte-Av. 5 de Abril-Nicasio Retamales Ruiz Tagle-Obispo Javier Vásquez-Nicasio Retamales 	252 veh.liv/hr 6 veh.pes/hr	240 veh.liv/hr 14 veh.pes/hr
21	T1-D	Av. Obispo Manuel Umaña	PN	<ul style="list-style-type: none"> Hnos. Arellano-Obispo Javier Vásquez-Obispo Umaña 	143 veh.liv/hr 12 veh.pes/hr	42 veh.liv/hr 0 veh.pes/hr
23.2	T1-4	Hermanos Arellano	OS	<ul style="list-style-type: none"> Ecuador - Hnos.Arellano 	51 veh.liv/hr 6 veh.pes/hr	12 veh.liv/hr 14 veh.pes/hr
29.1	T2-1	Chacabuco	OS	<ul style="list-style-type: none"> Maipú-Romero-Chacabuco 	178 veh.liv/hr 0 veh.pes/hr	109 veh.liv/hr 3 veh.pes/hr
30	T2-2	San Alfonso	OS	<ul style="list-style-type: none"> Maipú-Romero-Chacabuco-Alameda 	51 veh.liv/hr 6 veh.pes/hr	25 veh.liv/hr 7 veh.pes/hr
31.2	T2-A	Bascuñán Guerrero	PN	<ul style="list-style-type: none"> Unión Latinoamericana-Sazié-Bascuñán Guerrero Reruteo metropolitano 	77 veh.liv/hr 4 veh.pes/hr	50 veh.liv/hr 5 veh.pes/hr

Nº Intersección	Nº Mapa	Nombre de Calle	Movimientos Prohibidos	Reruteo Propuesto	Flujo reruteado PM (Veh/hr)	Flujo reruteado PT (Veh/hr)
32.1	T2-3	Esperanza	OS	<ul style="list-style-type: none"> Libertad-Romero-Esperanza Maipú-Erasmo Escala-Esperanza 	51 veh.liv/hr 0 veh.pes/hr	51 veh.liv/hr 1 veh.pes/hr
34.2	T2-B	Abate Molina	PN	<ul style="list-style-type: none"> Unión Latinoamericana-Salvador Sanfuentes-Abate Molina Av.España-Sazié-Abate Molina 	58 veh.liv/hr 2 veh.pes/hr	58 veh.liv/hr 2 veh.pes/hr
36.1	T2-4	García Reyes	OS	<ul style="list-style-type: none"> Gral.Bulnes-Romero-García Reyes Reruteo metropolitano 	207 veh.liv/hr 35 veh.pes/hr	294 veh.liv/hr 3 veh.pes/hr
39.2	T2-5	República	OO	<ul style="list-style-type: none"> Se traslada a Ricardo Cumming 	67 veh.liv/hr 2 veh.pes/hr	93 veh.liv/hr 0 veh.pes/hr
40	T2-C	Ricardo Cumming	PN	<ul style="list-style-type: none"> Av.España-S.Sanfuentes-República-Gral.Bulnes-Erasmo Escala-R.Cumming Av.España-S.Sanfuentes-Almte.Latorre-Alameda-R.Cumming - 	265 veh.liv/hr 9 veh.pes/hr	153 veh.liv/hr 1 veh.pes/hr
42	T2-6	Echaurren	OO	<ul style="list-style-type: none"> Brasil-Santa Mónica-R.Cumming Almte.Latorre-Sazié-Echaurren 	112 veh.liv/hr 0 veh.pes/hr	112 veh.liv/hr 3 veh.pes/hr
46.1	T2-7	Brasil	OS	<ul style="list-style-type: none"> R.Cumming-Erasmo Escala-Brasil-Almte.Latorre Cienfuegos-Santa Mónica-Brasil-Almte.Latorre 	100 veh.liv/hr 0 veh.pes/hr	97 veh.liv/hr 0 veh.pes/hr
46.2	T2-D	Almirante Latorre	PN	<ul style="list-style-type: none"> Abdón Cifuentes-S.Sanfuentes-Almte.Latorre-Brasil Reruteo metropolitano 	37 veh.liv/hr 1 veh.pes/hr	23 veh.liv/hr 0 veh.pes/hr
49.2	T2-E	Vergara	PN	<ul style="list-style-type: none"> Ejército-Sazié-Vergara-Cienfuegos 	51 veh.liv/hr 0 veh.pes/hr	129 veh.liv/hr 1 veh.pes/hr
50	T2-8	Almirante Barroso	OO	<ul style="list-style-type: none"> Manuel Rodríguez-Sazié-Ejército-Alameda Manuel Rodríguez-Toesca-San Diego-Dieciocho 	128 veh.liv/hr 4 veh.pes/hr	128 veh.liv/hr 4 veh.pes/hr
52.1	T2-9	Manuel Rodríguez Norte	OS	<ul style="list-style-type: none"> Tucapel Jiménez-Moneda-Manuel Rodríguez Manuel Rodríguez-Moneda-Manuel Rodríguez 	133 veh.liv/hr 0 veh.pes/hr	191 veh.liv/hr 5 veh.pes/hr

Nº Intersección	Nº Mapa	Nombre de Calle	Movimientos Prohibidos	Reruteo Propuesto	Flujo reruteado PM (Veh/hr)	Flujo reruteado PT (Veh/hr)
52.2	T2-F	Manuel Rodríguez Sur	PN	<ul style="list-style-type: none">San Ignacio-Padre Felipe Gómez-Manuel RodríguezReruteo metropolitano	76 veh.liv/hr 0 veh.pes/hr	58 veh.liv/hr 2 veh.pes/hr
55.2	T2-G	Dieciocho	PN	<ul style="list-style-type: none">San Ignacio-Padre Felipe Gómez-Dieciocho-Tucapel Jiménez	128 veh.liv/hr 4 veh.pes/hr	32 veh.liv/hr 2 veh.pes/hr
56.1	T2-10	San Martín	OS	<ul style="list-style-type: none">Amunátegui-Moneda-San Martín-San IgnacioTucapel Jiménez-Agustinas-San Martín-San Ignacio	166 veh.liv/hr 5 veh.pes/hr	83 veh.liv/hr 1 veh.pes/hr
57.2	T2-H	Lord Cochrane	PN	<ul style="list-style-type: none">San Ignacio-Padre Alonso Ovalle-Lord Cochrane-AmunáteguiNataniel Cox-Tarapacá-Lord Cochrane-Amunátegui	130 veh.liv/hr 4 veh.pes/hr	91 veh.liv/hr 1 veh.pes/hr
58.1	T2-11	Teatinos	OS	<ul style="list-style-type: none">Morandé-Moneda-Teatinos-Nataniel CoxAmunátegui-Agustinas-Teatinos-Nataniel Cox	216 veh.liv/hr 7 veh.pes/hr	110 veh.liv/hr 1 veh.pes/hr
59.2	T2-I	Zenteno	PN	<ul style="list-style-type: none">Nataniel Cox-Padre Alonso Ovalle-Zenteno	176 veh.liv/hr 6 veh.pes/hr	78 veh.liv/hr 2 veh.pes/hr
64	- -	Paseo Estado	OO	<ul style="list-style-type: none">Reruteo metropolitano	Reruteo metropolitano	Reruteo metropolitano

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.12 Propuestas de tratamiento para virajes conflictivos de vehículos particulares, Tramos 3 y 4

Nº Intersección	Nº Mapa	Nombre de Calle	Virajes Veh. Particulares	Tratamiento	Flujo reruteado PM (Veh/hr)	Flujo reruteado PT (Veh/hr)
68.1	- -	Miraflores Norte	ON	Se mantiene.	Se mantiene viraje	Se mantiene viraje
73	- -	Jaime Eyzaguirre	OS	Reruteo metropolitano	Reruteo metropolitano	Reruteo metropolitano
80	T3-1	Obispo Pérez de Espinoza	OS	Reruteo por: Condell-María Luisa Santander-Seminario-Providencia-Obispo Pérez de E.	60 veh.liv/hr 6 veh.pes/hr	30 veh.liv/hr 6 veh.pes/hr
82	- -	Av. Condell	OS	Se mantiene.	Se mantiene viraje	Se mantiene viraje
83	- -	Av. Salvador	OS (excepto PM)	Se mantiene.	Se mantiene viraje	Se mantiene viraje
88.1	- -	Huelén Norte	PN	Se mantiene.	Se mantiene viraje	Se mantiene viraje

N° Intersección	N° Mapa	Nombre de Calle	Virajes Veh. Particulares	Tratamiento	Flujo reruteado PM (Veh/hr)	Flujo reruteado PT (Veh/hr)
91.1	T4-1	Manuel Montt Norte	OS	Reruteo: 1. Santa Beatriz-Pérez Valenzuela-M.Montt 2. Cirujano Guzmán-Pérez Valenzuela-M.Montt 3. Almte.Pastene-Pérez Valenzuela-M.Montt 4. Huelén-Andrés Bello-M.Montt	303 veh.liv/hr 10 veh.pes/hr	415 veh.liv/hr 3 veh.pes/hr
94.1	- -	Gral. del Canto Norte	OS	No tiene reruteo factible. Se sugiere mantener.	Se sugiere mantener viraje	Se sugiere mantener viraje
96.2	T4-A	Antonio Varas	PN	Reruteo por Alcalde Rafael Vives-Dr. Luis Middleton-Antonio Varas. Requiere cambio de sentido de tránsito de Alcalde Rafael Vives.	300 veh.liv/hr 15 veh.pes/hr	134 veh.liv/hr 4 veh.pes/hr
100.1	T4-2	La Concepción	OS	Reruteo por: 1. Padre Mariano-Fco.A.Encina-La Concepción 2. Mons. Sótero Sanz-Andrés Bello-La Concepción	140 veh.liv/hr 1 veh.pes/hr	234 veh.liv/hr 1 veh.pes/hr
106.2	T4-3	Paseo Orrego Luco	OS	No tiene reruteo factible. Se sugiere mantener.	Se sugiere mantener viraje	Se sugiere mantener viraje
108.1	- -	Guardia Vieja Norte	OS	No tiene reruteo factible. Se sugiere mantener.	Se sugiere mantener viraje	Se sugiere mantener viraje
110.2	T4-D	Ricardo Lyon	PN	Reruteo por: Guardia Vieja-Diego de Velásquez-R.Lyon Requiere cambio de sentido de tránsito en Diego de Velásquez.	797 veh.liv/hr 10 veh.pes/hr	670 veh.liv/hr 8 veh.pes/hr
112.1	T4-4	Suecia Norte	OS	Reruteo por: Bucarest-Gral.Holley-Suecia	177 veh.liv/hr 6 veh.pes/hr	208 veh.liv/hr 3 veh.pes/hr
115.1	T4-E	Retorno Los Leones	PP	Reruteo por: Suecia-Las Bellotas-Coyancura-R.Lyon	50 veh.liv/hr 2 veh.pes/hr	50 veh.liv/hr 2 veh.pes/hr
118.1	T4-F	Tobalaba Norte	PN	Reruteo por: 1. Apoquindo-El Bosque-Tobalaba 2. Holanda-Lota-Tobalaba	319 veh.liv/hr 4 veh.pes/hr	114 veh.liv/hr 6 veh.pes/hr

Fuente. Elaboración propia

9.4. SEMÁFOROS

Para la situación de Anteproyecto se han propuesto nuevas fases semafóricas, minimizando cambios sobre la sincronización actual y optimizando la duración de las fases, según los flujos vehiculares, uno de los motivos de esto es que con la existencia del corredor se eliminan los giros a izquierda de los vehículos particulares, los cuales se pueden realizar mediante giros a derecha sucesivos (giros en “P” usando una vía transversal).

Para efectos del corredor, como existen buses que tendrán que salir del corredor para dirigirse a una vía transversal, se considera un escape de bus con una fase semafórica incorporada para este movimiento de escape. Un ejemplo de esta situación es por ejemplo los servicios que vienen por Nueva Providencia y deben doblar a la derecha y hacia el sur en Manuel Montt. Una alternativa era hacer salir a los buses a las pistas de vehículos particulares, pero se consideró como condición de diseño minimizar esto y por ello se ha privilegiado fases de giro especial para los buses (escapes).

El escape consiste en la creación de una fase específica del semáforo en la que se va a permitir que el bus, desde los carriles centrales de la avenida, realice un giro para salir de la Alameda, ya sea a la derecha o a la izquierda. El hecho de introducir este tipo de giro implica la detención completa de uno de los sentidos de circulación (el que entre en conflicto con ese giro). A continuación se expone un cuadro donde se incluyen las intersecciones donde se ha creado esta nueva fase semafórica, los servicios que la utilizan y la frecuencia para cada uno de los periodos estudiados.

Tabla 9.13 Intersecciones con creación de nueva fase semafórica, servicios que las utilizan y frecuencias de paso

Intersección con eje Alameda	Sentido	Servicios	Frecuencia PM (buses/hr)	Frecuencia PT (buses/hr)
General Amengual	PO	101cR, 102R	16	16
Toro Mazote	PO	108l	17	12
Padre Hurtado	PO	113l	6	5
Padre Hurtado	OP	313eR, 407R, 427R, 114R	29	30
San Francisco de Borja	PO	116l	6	5
Matucana	OP	109R, 221eI, 406R, 422R, 426R, 507R, 513R, J16R	64	64
Exposición	PO	511l, J13R	11	10
Maipú	OP	345R, J02l, J05l	16	17
Unión Latinoamericana	PO	109eI, 109l, 114l, 117l	38	28
España	PO	507l	10	10
Manuel Rodríguez	OP	403R	14	11
Poniente de San Francisco	PO	125R, 385l, 404l, 424l	24	25
Miraflores	OP	116R, 303R, 514R	26	24
Ramón Corvalán	PO	210l, 210vI, 221eR, 303l, 307eI, 307l, 314eI, 314l, 315eI, 403l, 419l, 423l, 513l, 516l, 519eI	142	117
Vicuña Mackenna	OP	410R, 503R, 504R, 505R, 508R	54	57
José Infante/Salvador	PO	505l, 508l, 514l	37	34
Manuel Montt	PO	106l	9	10
Pedro de Valdivia	PO	103l, 114l, 117l	19	21
Concón	PO	413cl, 431cl, 103cl	30	5
Diagonal Paraguay	PO	345l, 518l	16	12
Carlos Antúnez	PO	517l, C04R	10	9

Fuente: Elaboración propia

Estas nuevas fases de escape se detallan más abajo, y se indica también el tiempo que se dará a cada una de ellas.

En la siguiente imagen puede observarse un ejemplo de escape de bus. Este caso es para la intersección Alameda-Ramón Corvalán Melgarejo.

El bus tiene una fase del semáforo en la que puede realizar el movimiento Poniente-Sur (desde la sección 6561 hasta la sección 6563); que sin esta fase específica sería completamente imposible que se hiciera, pues entra en conflicto directamente con muchos de los movimientos que hay en dicha intersección.

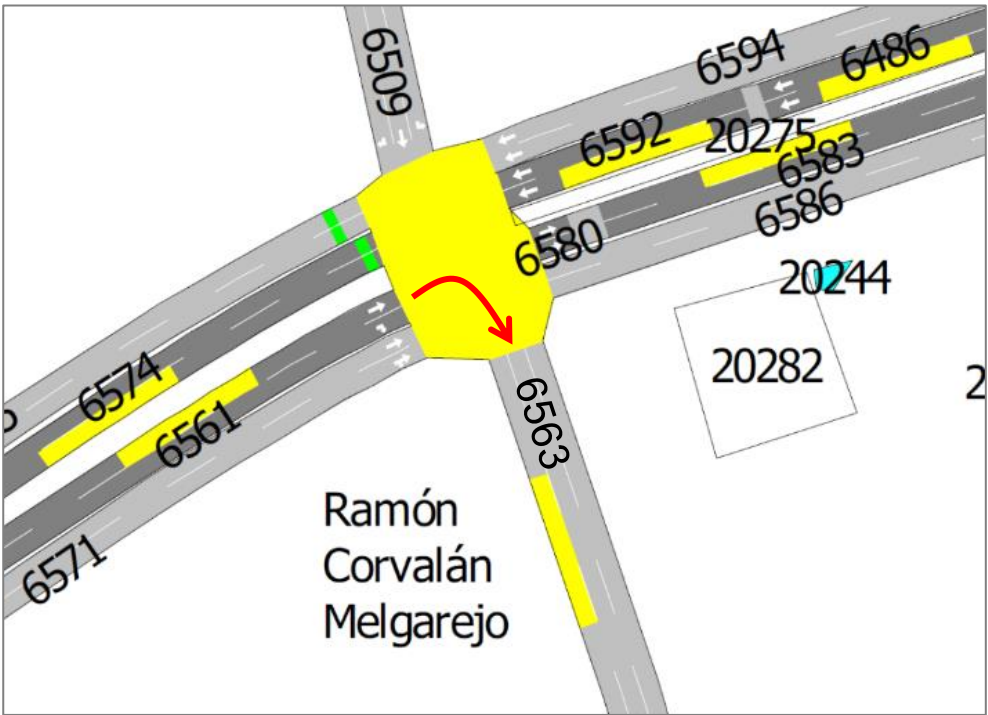


Figura 9.8 Ejemplo de fase semafórica creada para el escape de buses P-S en la situación anteproyecto

Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestran los tiempos de verde en la Alameda-Providencia para los diferentes tramos y escenarios, y se indican aquellos puntos donde se ha incorporado una fase para escape de buses.

9.4.1. Semaforización del Tramo 1

Punta mañana

Se han incluido escapes para buses en las siguientes intersecciones:

Tabla 9.14 Tiempos de escape para los carriles de bus en el Tramo 1 Anteproyecto Punta Mañana

Intersección	Tiempo del escape bus en anteproyecto (segundos de verde)
Alameda con Las Heras (ON)	30
Alameda con General Amengual (PS)	10
Alameda con Concón (PN)	10
Alameda con Toro Mazote (PS)	16
Alameda con Padre Alberto Hurtado (ON)	10
Alameda con Padre Alberto Hurtado (PS)	16
Alameda con San Francisco de Borja (PS)	10
Alameda con Matucana (ON)	25
Alameda con Exposición (PS)	10
Alameda con Placilla (cambio de pista bus-general)	10
Alameda con Maipú (ON)	10

Fuente: Elaboración propia

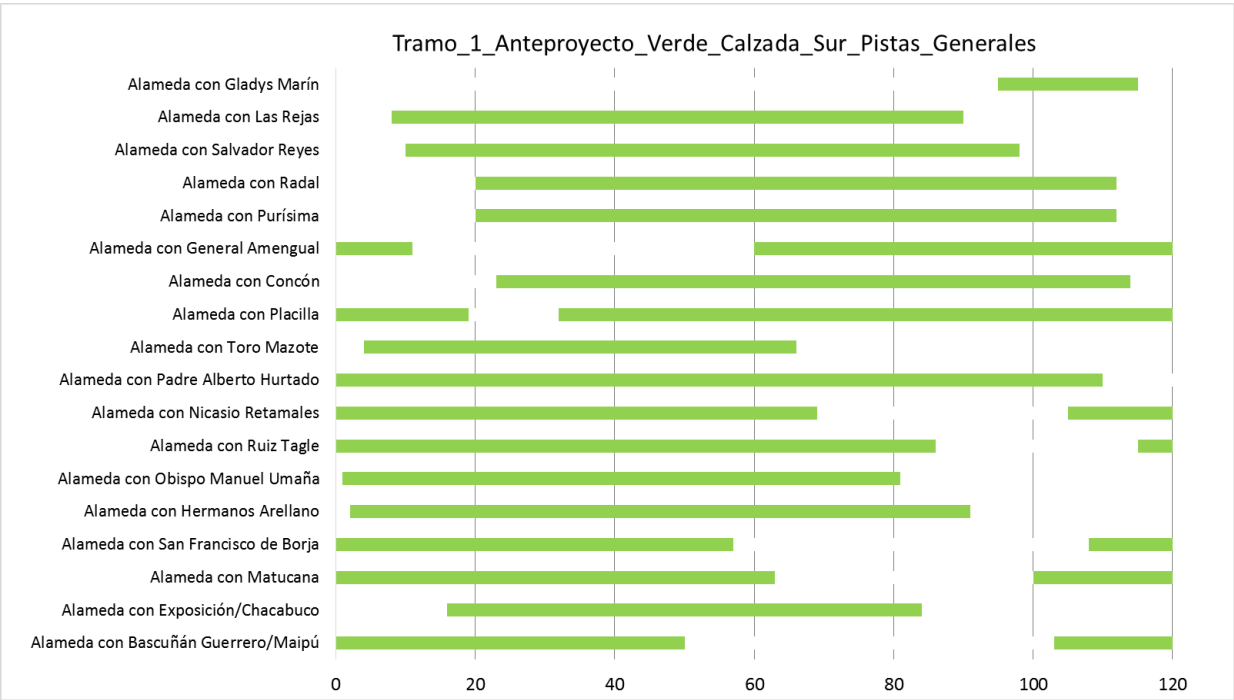


Figura 9.9 Fases de verde en carriles generales, calzada sur. Anteproyecto Tramo 1 Punta Mañana.
Fuente: Elaboración propia

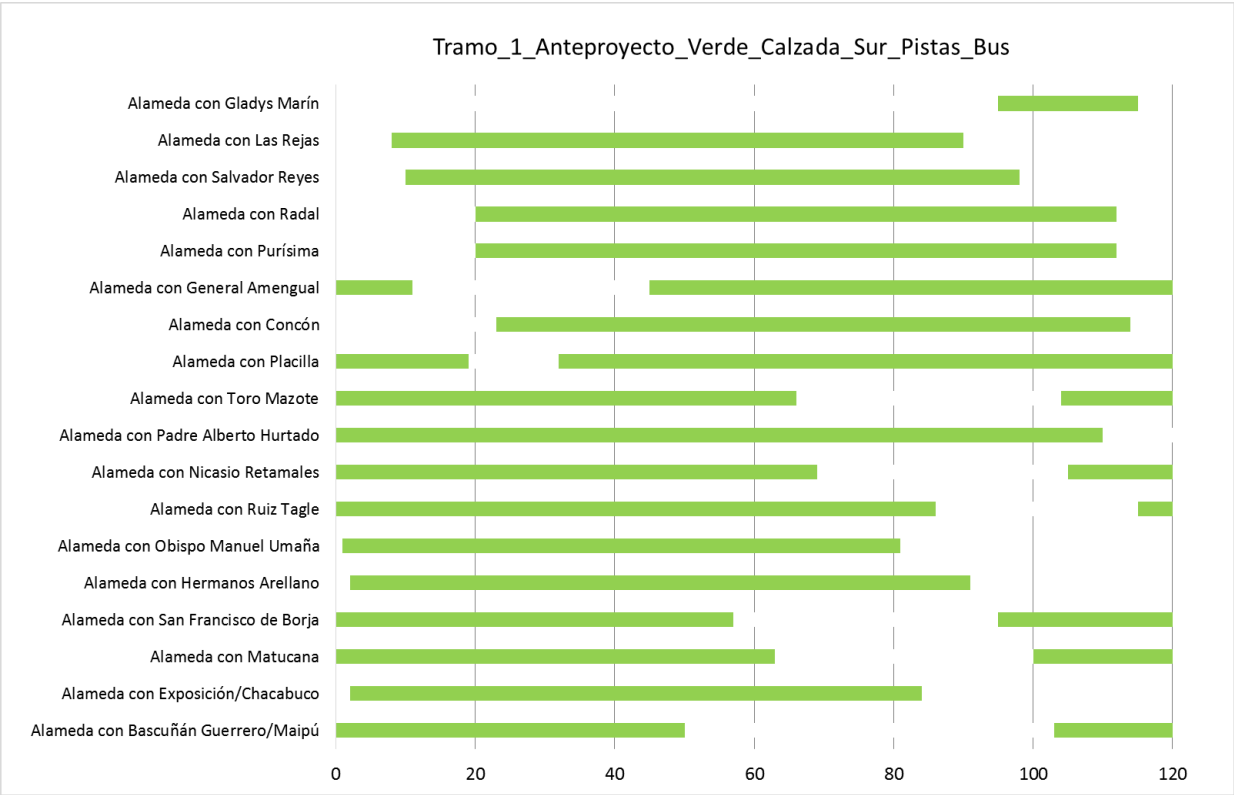


Figura 9.10 Fases de verde en carriles de buses, calzada sur. Anteproyecto Tramo 1 Punta Mañana.
Fuente: Elaboración propia

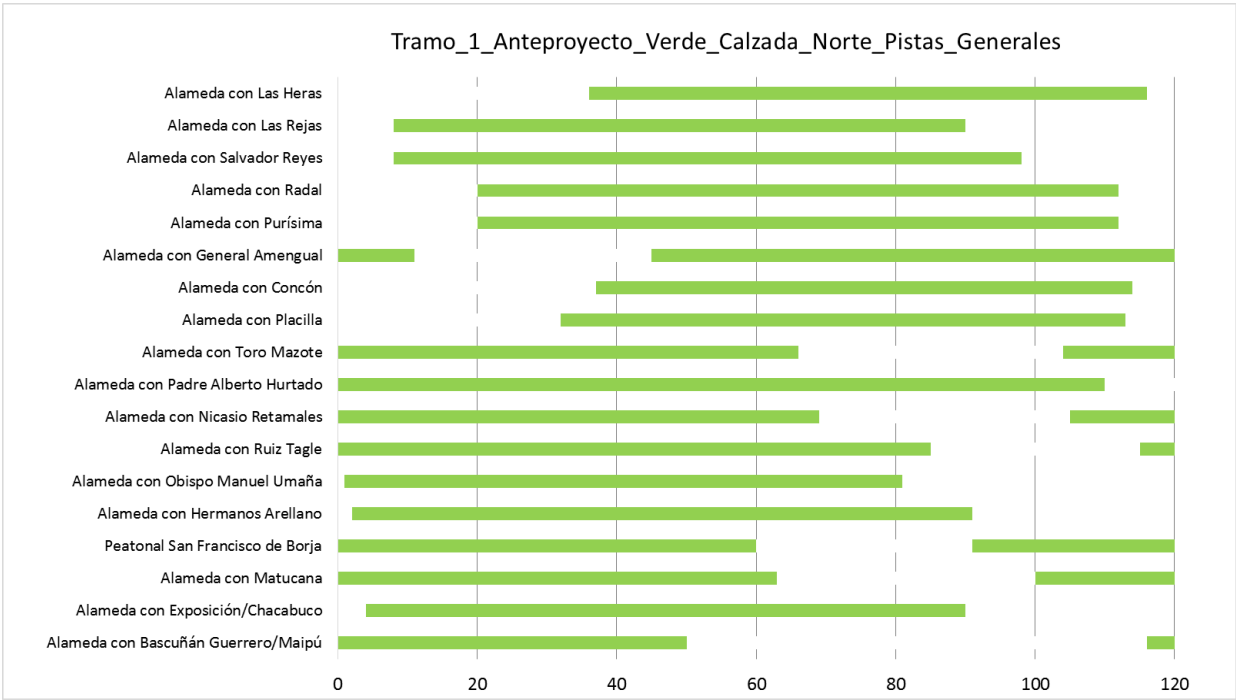


Figura 9.11 Fases de verde en carriles generales, calzada norte. Anteproyecto Tramo 1 Punta Mañana.

Fuente: Elaboración propia

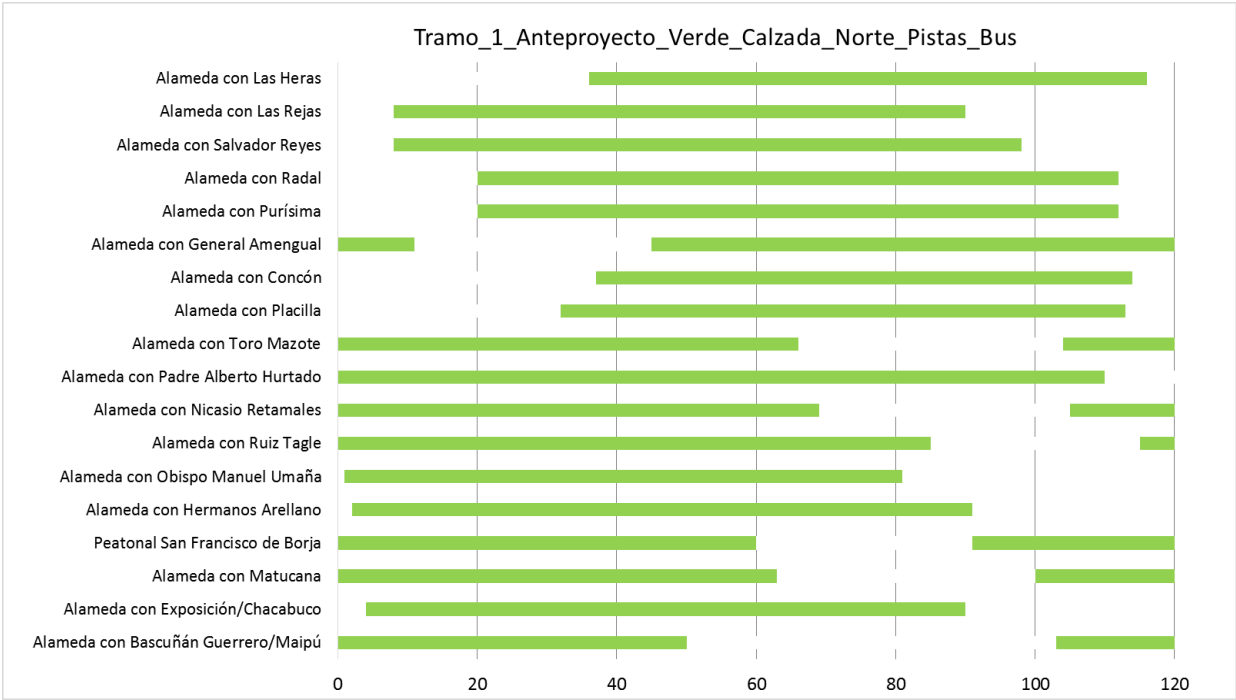


Figura 9.12 Fases de verde en carriles de buses, calzada norte. Anteproyecto Tramo 1 Punta Mañana.

Fuente: Elaboración propia

Punta tarde

Se han incluido escapes para buses en las siguientes intersecciones:

Tabla 9.15 Tiempos de escape para los carriles de bus en el Tramo 1 Anteproyecto Punta Tarde

Intersección	Tiempo del escape bus en anteproyecto (segundos de verde)
Alameda con Las Heras (ON)	30
Alameda con General Amengual (PS)	11
Alameda con Concón (PN)	10
Alameda con Toro Mazote (PS)	16
Alameda con Padre Alberto Hurtado (ON)	10
Alameda con Padre Alberto Hurtado (PS)	16
Alameda con San Francisco de Borja (PS)	10
Alameda con Matucana (ON)	23
Alameda con Exposición (PS)	10
Alameda con Placilla (cambio de pista bus-general)	10
Alameda con Maipú (ON)	10

Fuente: Elaboración propia

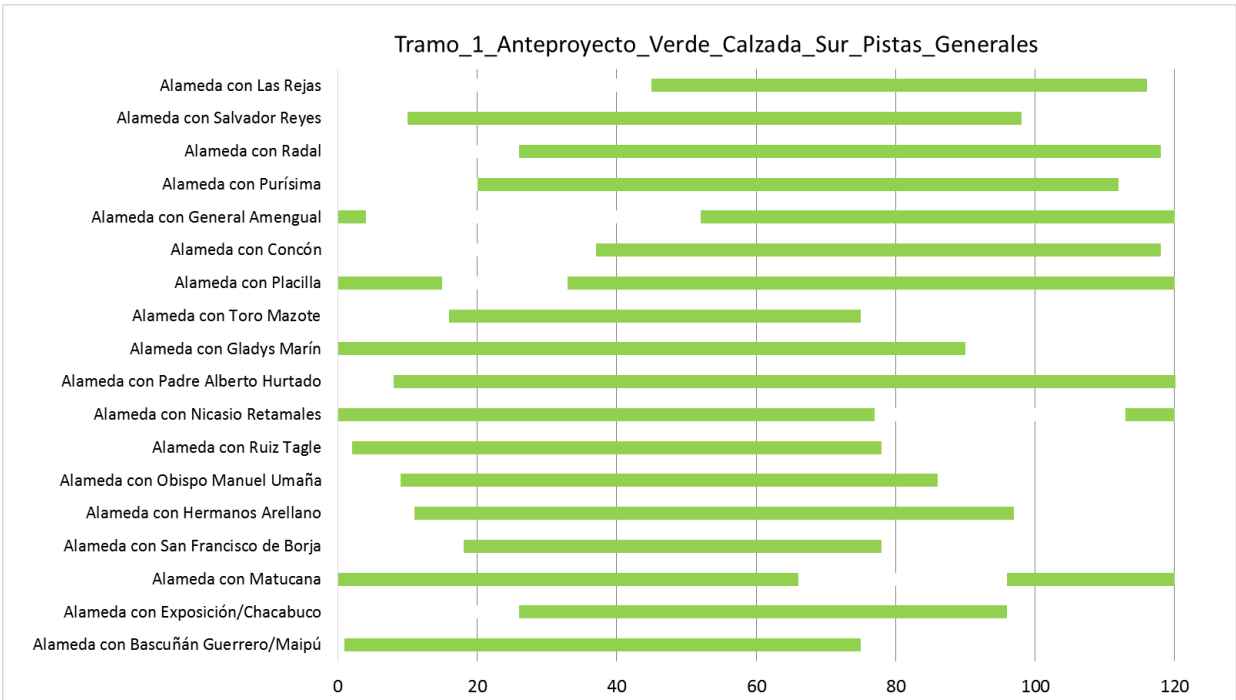


Figura 9.13 Fases de verde en carriles generales, calzada sur. Anteproyecto Tramo 1 Punta Tarde.

Fuente: Elaboración propia

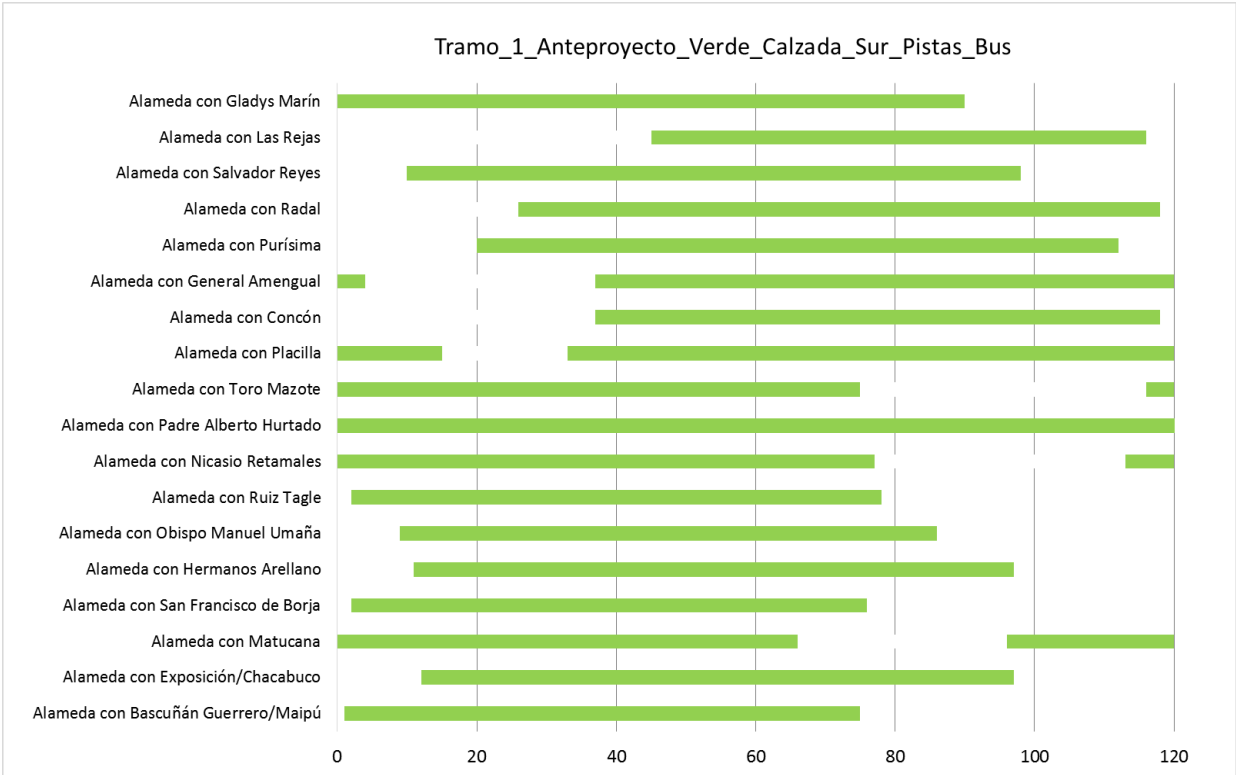


Figura 9.14 Fases de verde en carriles de buses, calzada sur. Anteproyecto Tramo 1 Punta Tarde.
Fuente: Elaboración propia

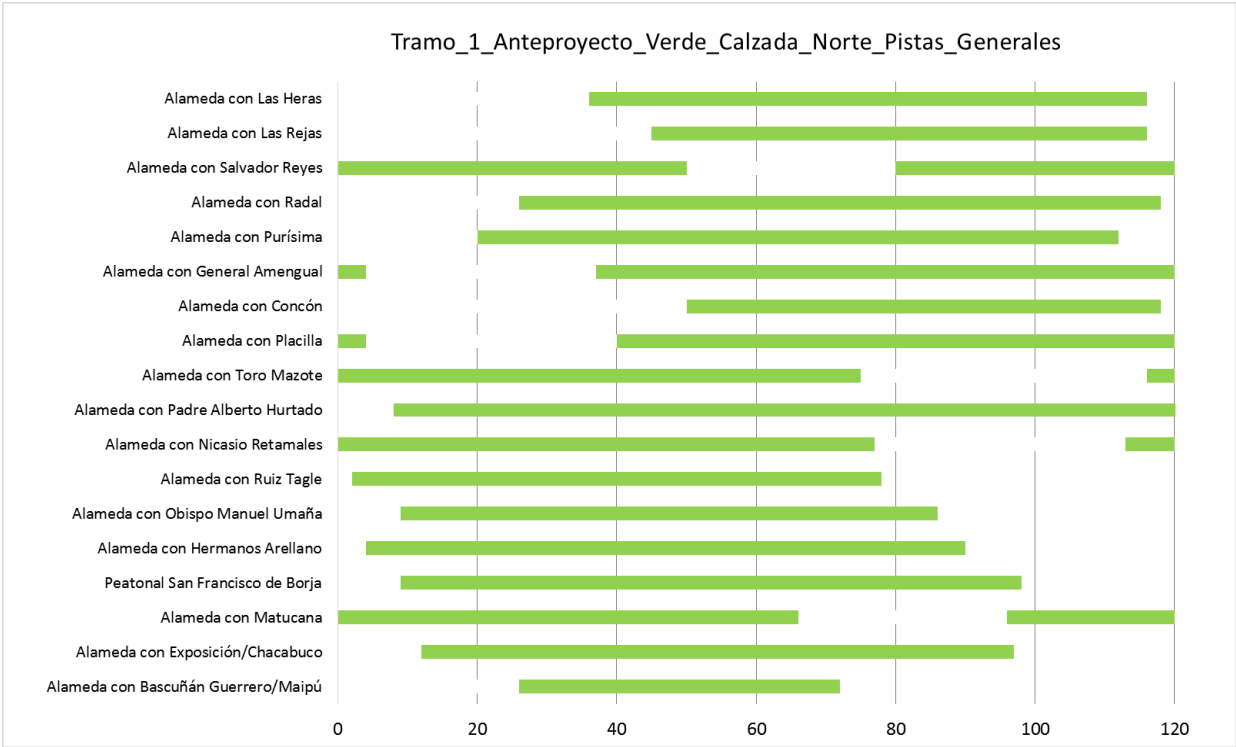


Figura 9.15 Fases de verde en carriles generales, calzada norte. Anteproyecto Tramo 1 Punta Tarde.
Fuente: Elaboración propia

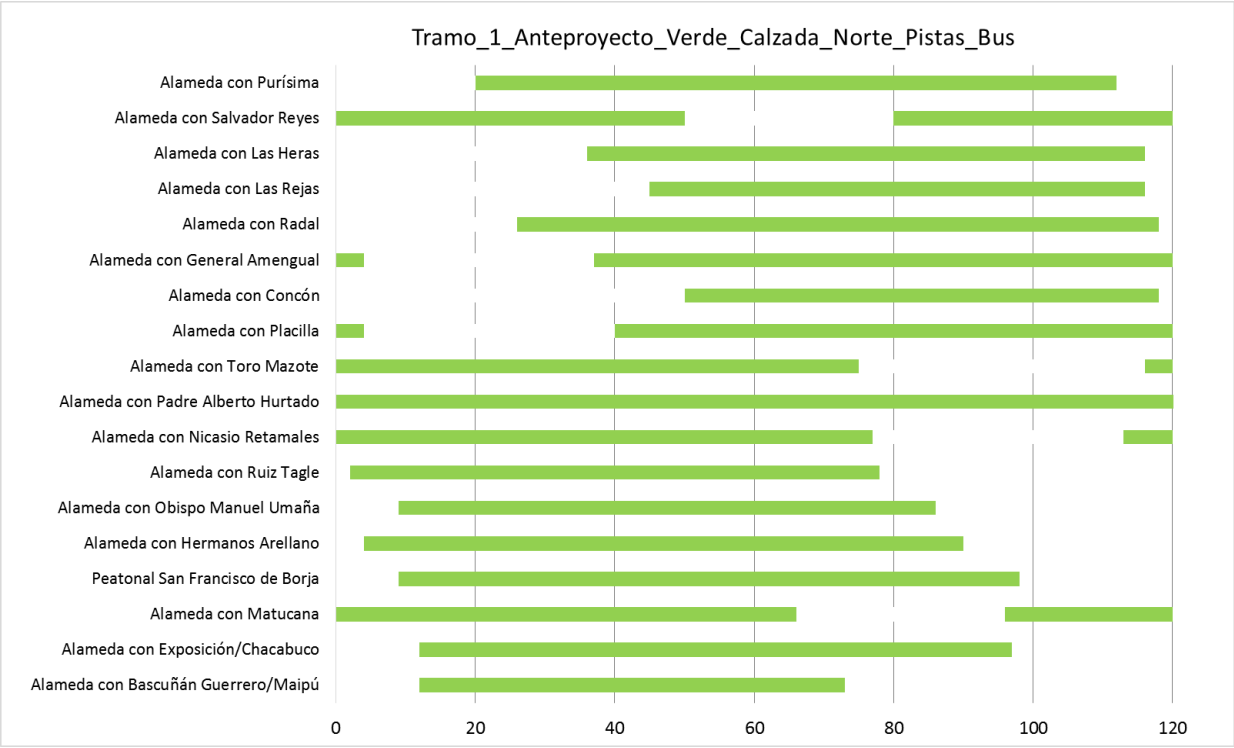


Figura 9.16 Fases de verde en carriles de buses, calzada norte. Anteproyecto Tramo 1 Punta Tarde.
Fuente: Elaboración propia

9.4.2. Semaforización del Tramo 2

Punta mañana

Se han incluido escapes para los carriles de bus en las siguientes intersecciones:

Tabla 9.16 Tiempos de escape para los carriles bus en el Tramo 2 Anteproyecto Punta Mañana

Intersección	Tiempo del escape bus en anteproyecto (segundos de verde)
Alameda con Maipú (ON)	8
Alameda con Unión Latinoamericana (PS)	10
Alameda con Av. España (PS)	10
Alameda con Manuel Rodríguez (ON)	20
Alameda con San Antonio/San Francisco (PS)	10
Alameda con Exposición (PS)	10
Alameda con Matucana (ON)	25
Alameda con Esperanza (PS)	10
Alameda con Miraflores (ON)	20
Alameda con Estado (cambio de pista bus-general)	10

Fuente: Elaboración propia

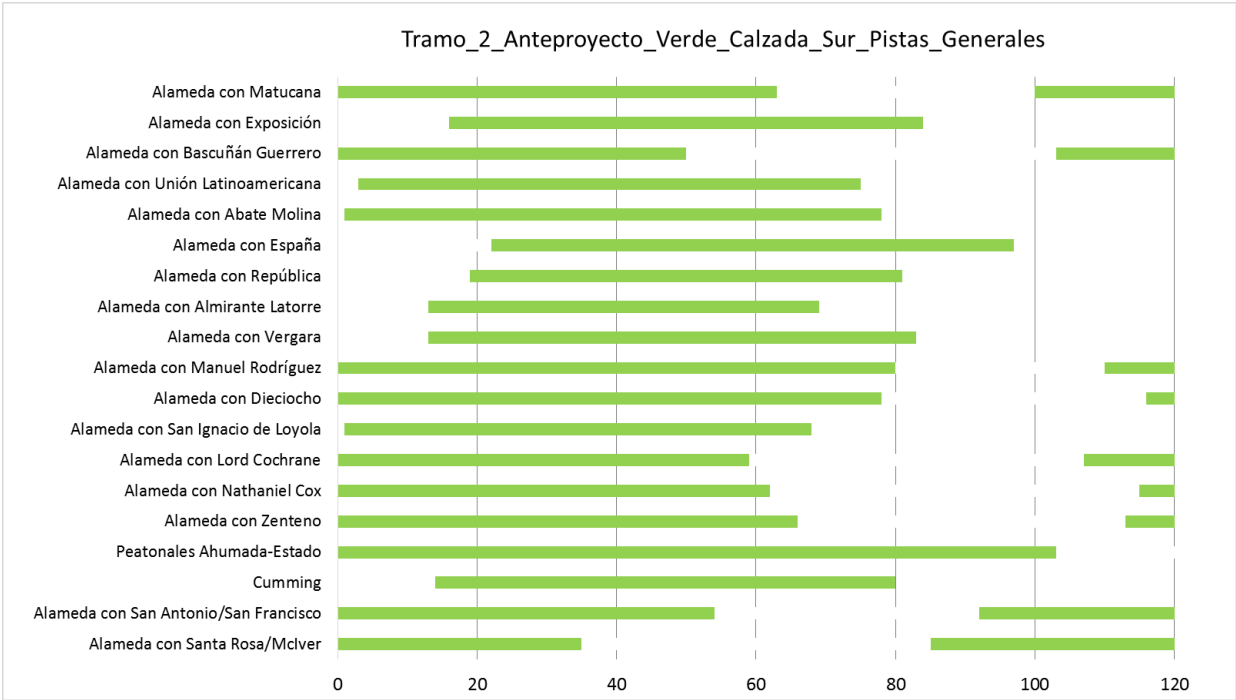


Figura 9.17 Fases de verde en los carriles generales, calzada sur. Anteproyecto Tramo 2 Punta Mañana.

Fuente: Elaboración propia

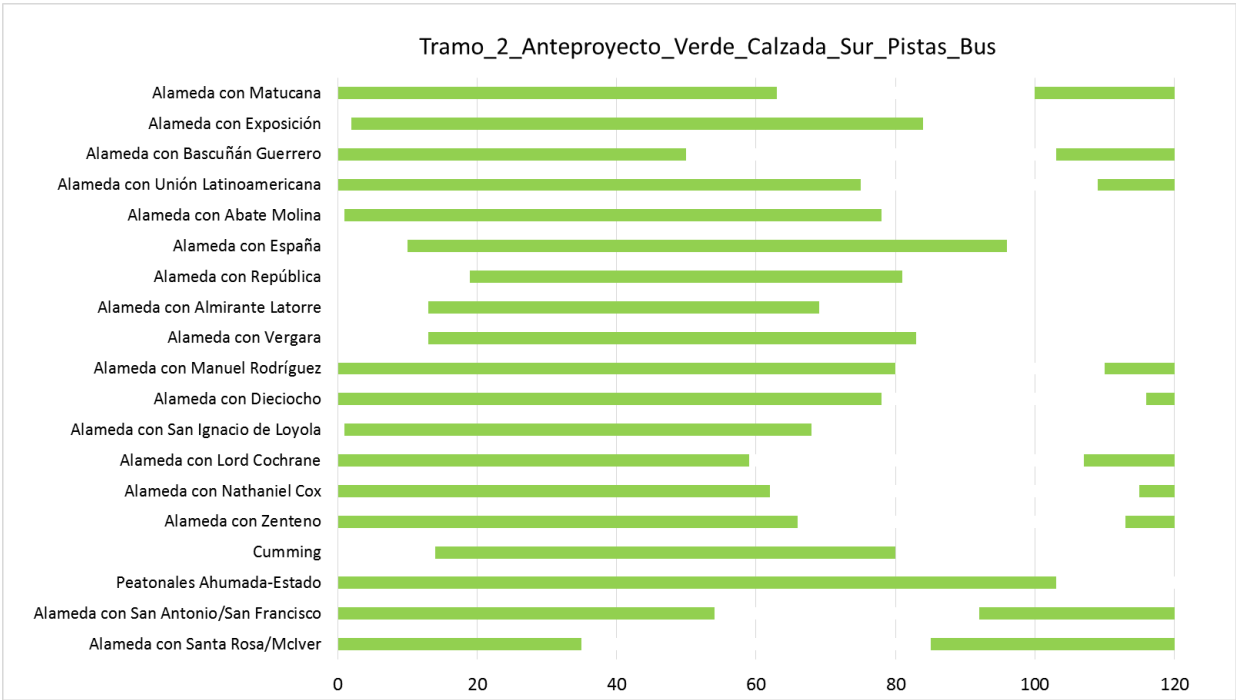


Figura 9.18 Fases de verde en los carriles de buses, calzada sur. Anteproyecto Tramo 2 Punta Mañana.

Fuente: Elaboración propia

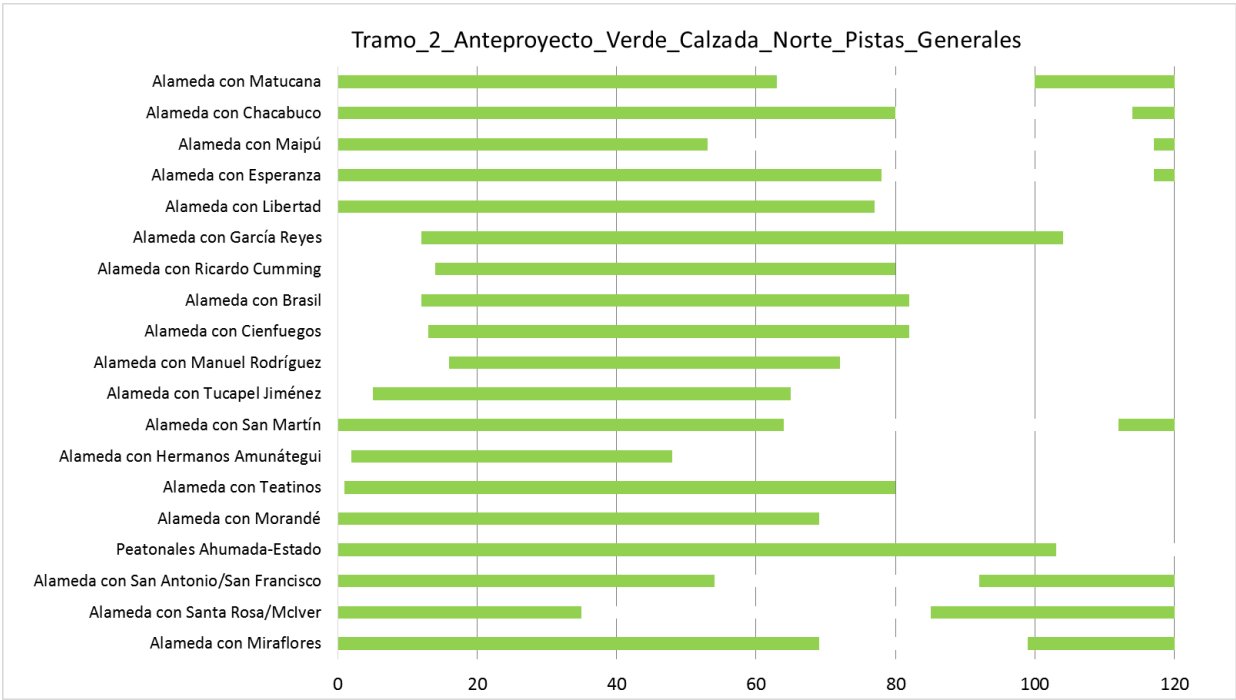


Figura 9.19 Fases de verde en los carriles generales, calzada norte. Anteproyecto Tramo 2 Punta Mañana.

Fuente: Elaboración propia

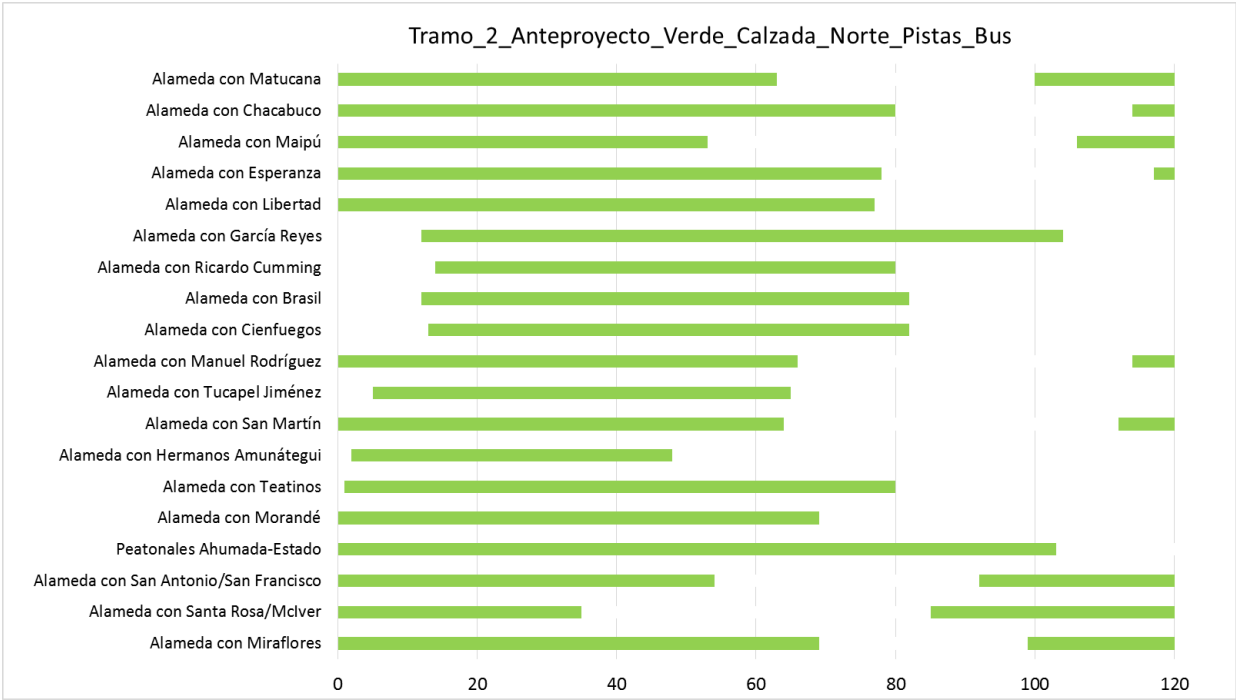


Figura 9.20 Fases de verde en los carriles de buses, calzada norte. Anteproyecto Tramo 2 Punta Mañana.

Fuente: Elaboración propia

Punta tarde

Se han incluido escapes para los carriles de bus en las siguientes intersecciones:

Tabla 9.17 Tiempos de escape para los carriles bus en el Tramo 2 Anteproyecto Punta Tarde

Intersección	Tiempo del escape bus en anteproyecto (segundos de verde)
Alameda con Maipú (ON)	10
Alameda con Unión Latinoamericana (PS)	10
Alameda con Av. España (PS)	10
Alameda con Manuel Rodríguez (ON)	20
Alameda con Miraflores (ON)	26
Alameda con Matucana (ON)	23
Alameda con Exposición (PS)	10
Alameda con Estado (cambio de pista bus-general)	12

Fuente: Elaboración propia

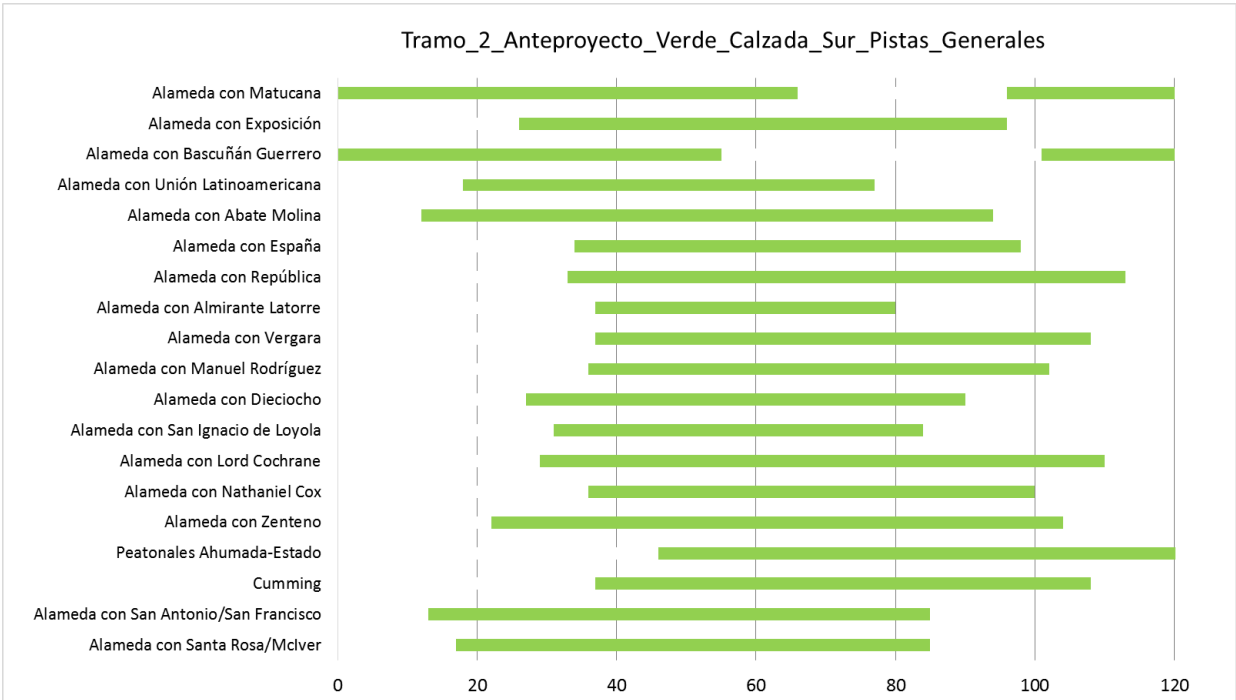


Figura 9.21 Fases de verde en los carriles generales, calzada sur. Anteproyecto Tramo 2 Punta Tarde.

Fuente: Elaboración propia

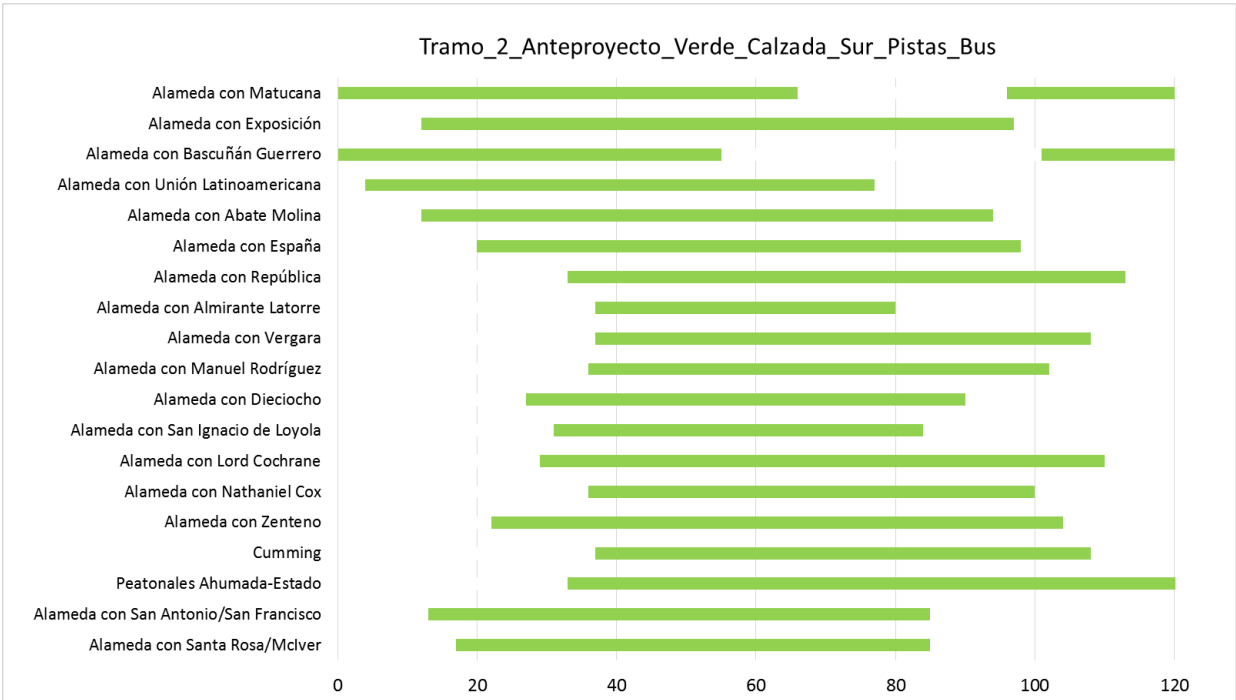


Figura 9.22 Fases de verde en los carriles de buses, calzada sur. Anteproyecto Tramo 2 Punta Tarde.

Fuente: Elaboración propia

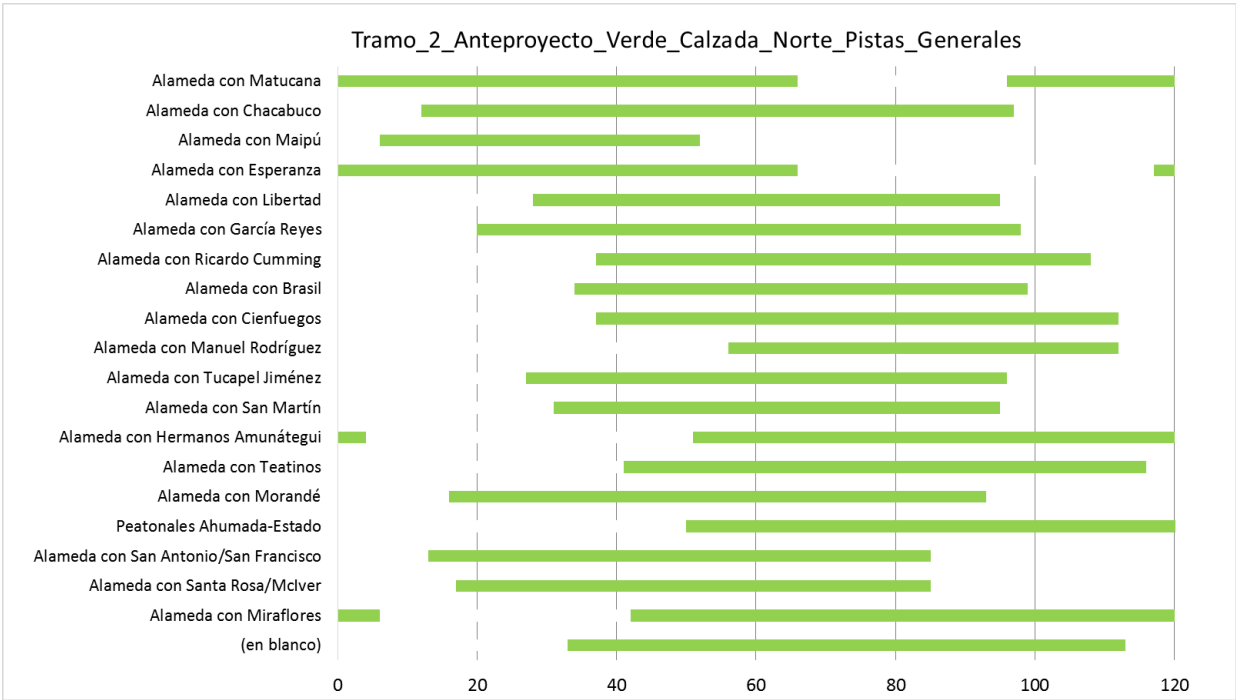


Figura 9.23 Fases de verde en los carriles generales, calzada norte. Anteproyecto Tramo 2 Punta Tarde.

Fuente: Elaboración propia

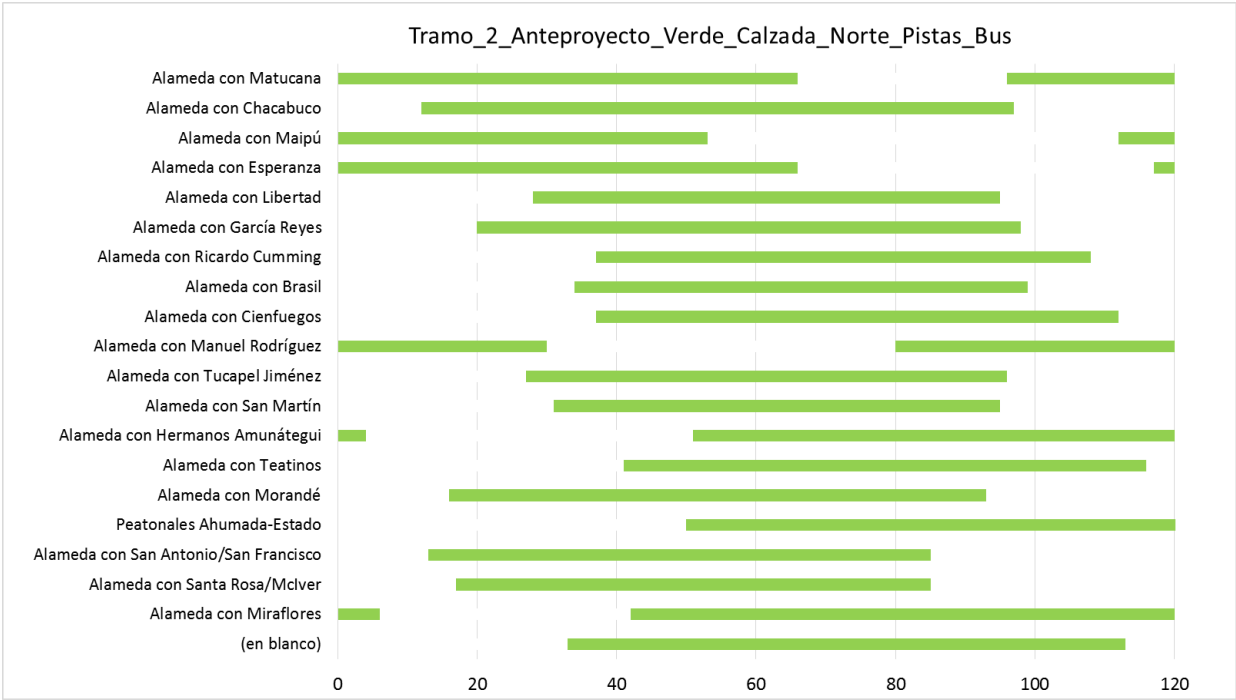


Figura 9.24 Fases de verde en los carriles de buses, calzada norte. Anteproyecto Tramo 2 Punta Tarde.

Fuente: Elaboración propia

9.4.3. Semaforización del Tramo 3

Punta mañana

Se han incluido escapes para los carriles de bus en las siguientes intersecciones:

Tabla 9.18 Tiempos de escape para los carriles bus en el Tramo 3 Anteproyecto Punta Mañana

Intersección	Tiempo del escape bus en anteproyecto (segundos de verde)
Alameda con Miraflores (ON)	20
Alameda con Diagonal Paraguay/Carmen (PS)	20
Alameda con Ramón Corvalán (PS)	26
Providencia con Vicuña Mackenna (ON)	15
Providencia con José Manuel Infante (PS)	11
Nueva Providencia con Manuel Montt (PS)	37

Fuente: Elaboración propia

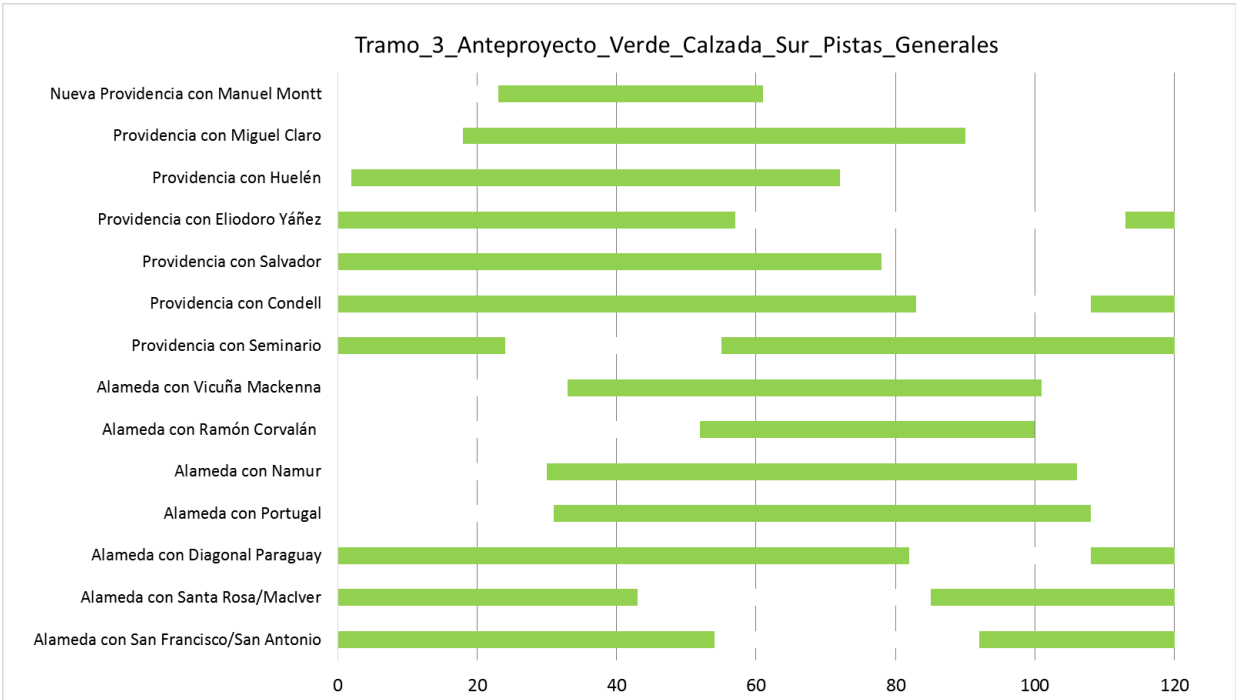


Figura 9.25 Fases de verde en los carriles generales, calzada sur. Anteproyecto Tramo 3 Punta Mañana.

Fuente: Elaboración propia

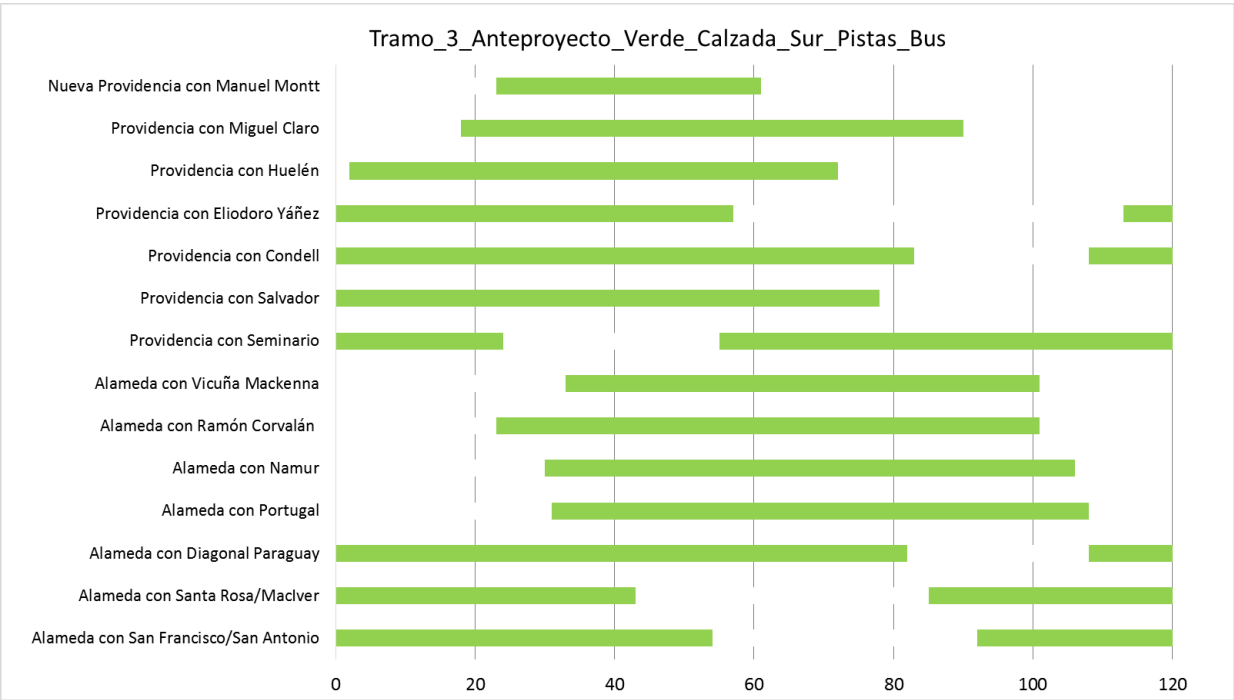


Figura 9.26 Fases de verde en los carriles de buses, calzada sur. Anteproyecto Tramo 3 Punta Mañana.

Fuente: Elaboración propia

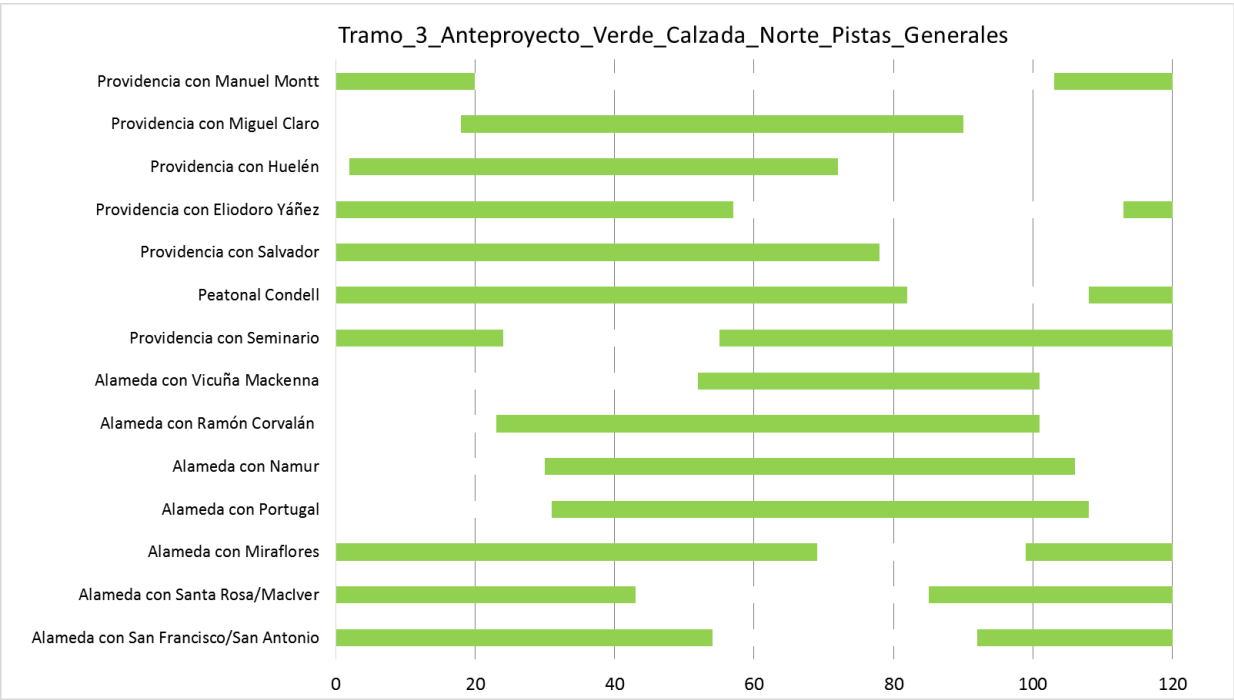


Figura 9.27 Fases de verde en los carriles generales, calzada norte. Anteproyecto Tramo 3 Punta Mañana.

Fuente: Elaboración propia

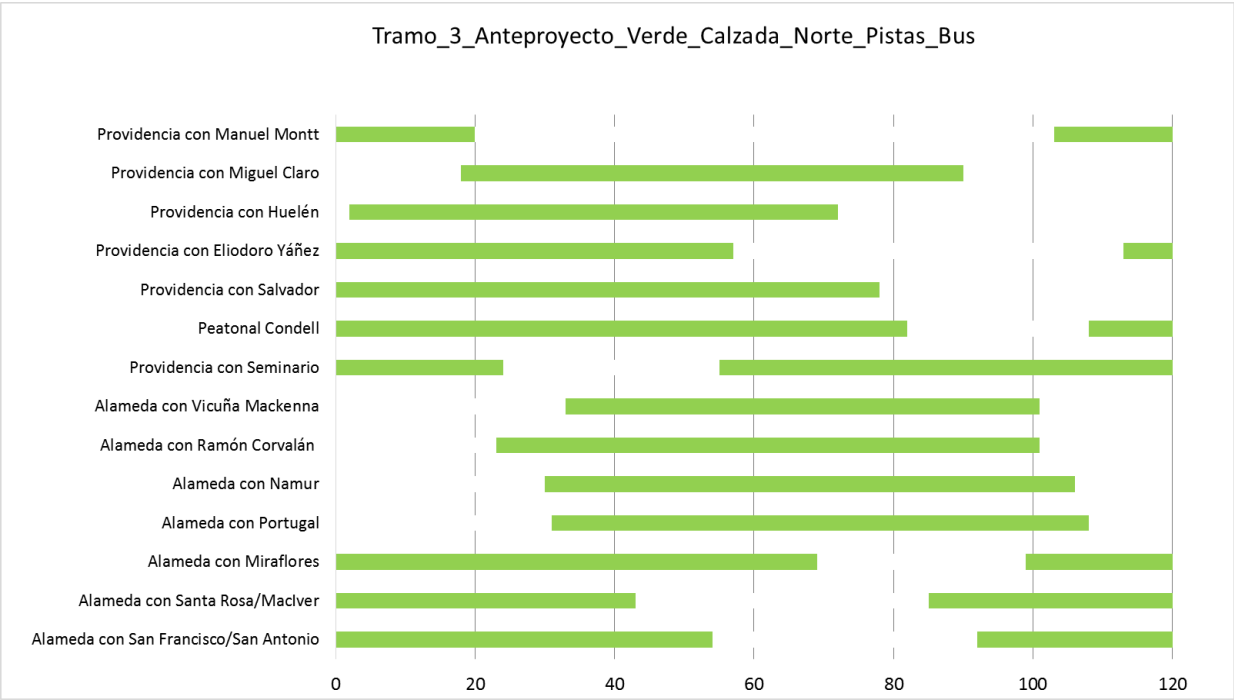


Figura 9.28 Fases de verde en los carriles de buses, calzada norte. Anteproyecto Tramo 3 Punta Mañana.

Fuente: Elaboración propia

Punta tarde

Se han incluido escapes para los carriles de bus en las siguientes intersecciones:

Tabla 9.19 Tiempos de escape para los carriles bus en el Tramo 3 Anteproyecto Punta Tarde

Intersección	Tiempo del escape bus en anteproyecto (segundos de verde)
Alameda con Miraflores (ON)	26
Alameda con Diagonal Paraguay/Carmen (PS)	20
Alameda con Ramón Corvalán (PS)	17
Providencia con Vicuña Mackenna (ON)	15
Providencia con Salvador (PS)	8
Nueva Providencia con Manuel Montt (PS)	20

Fuente: Elaboración propia

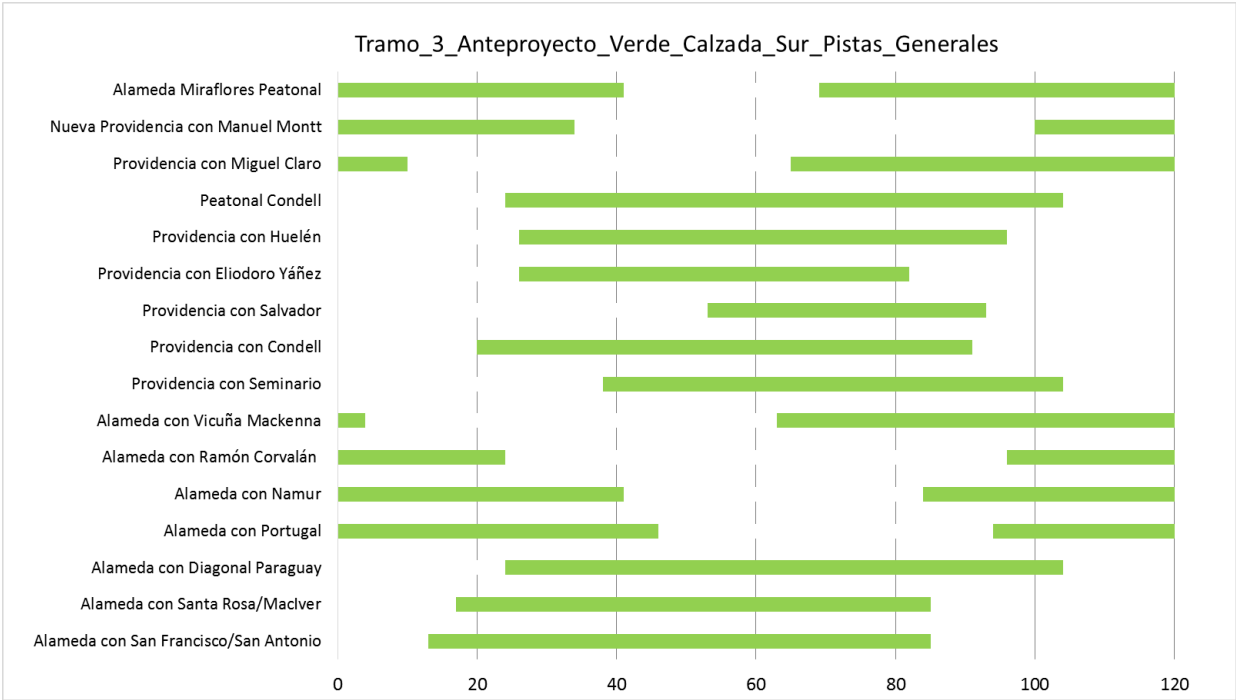


Figura 9.29 Fases de verde en los carriles generales, calzada sur. Anteproyecto Tramo 3 Punta Tarde.
Fuente: Elaboración propia

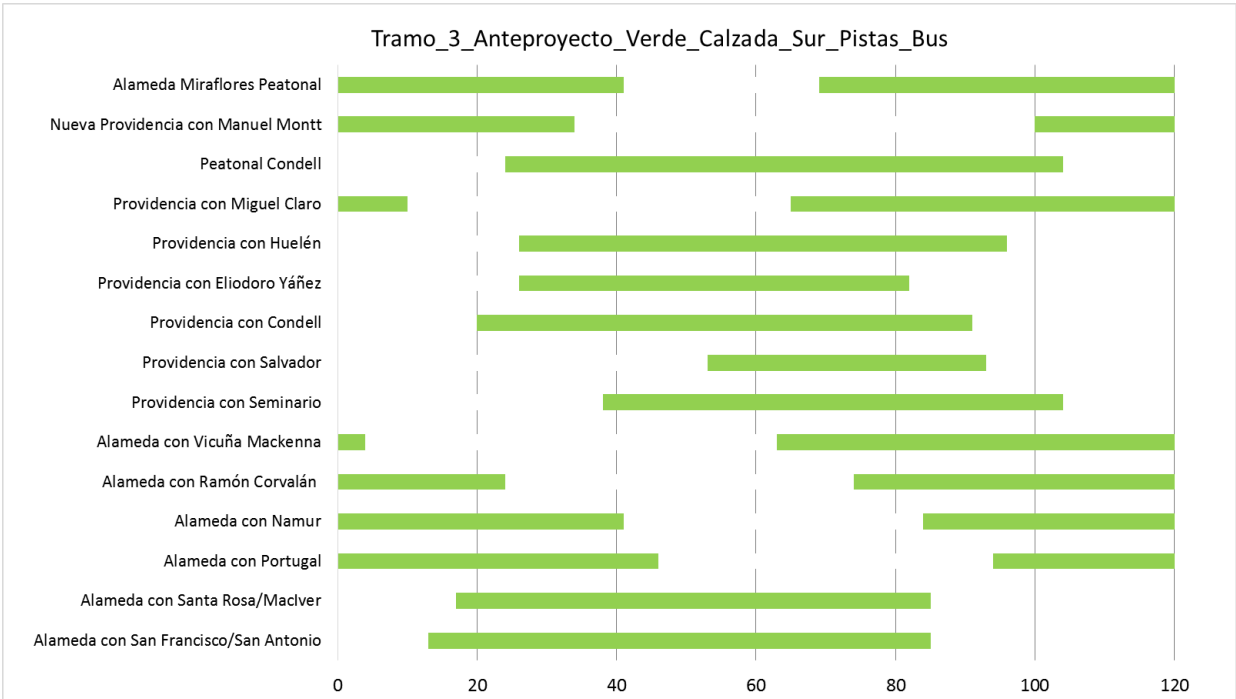


Figura 9.30 Fases de verde en los carriles de buses, calzada sur. Anteproyecto Tramo 3 Punta Tarde.
Fuente: Elaboración propia

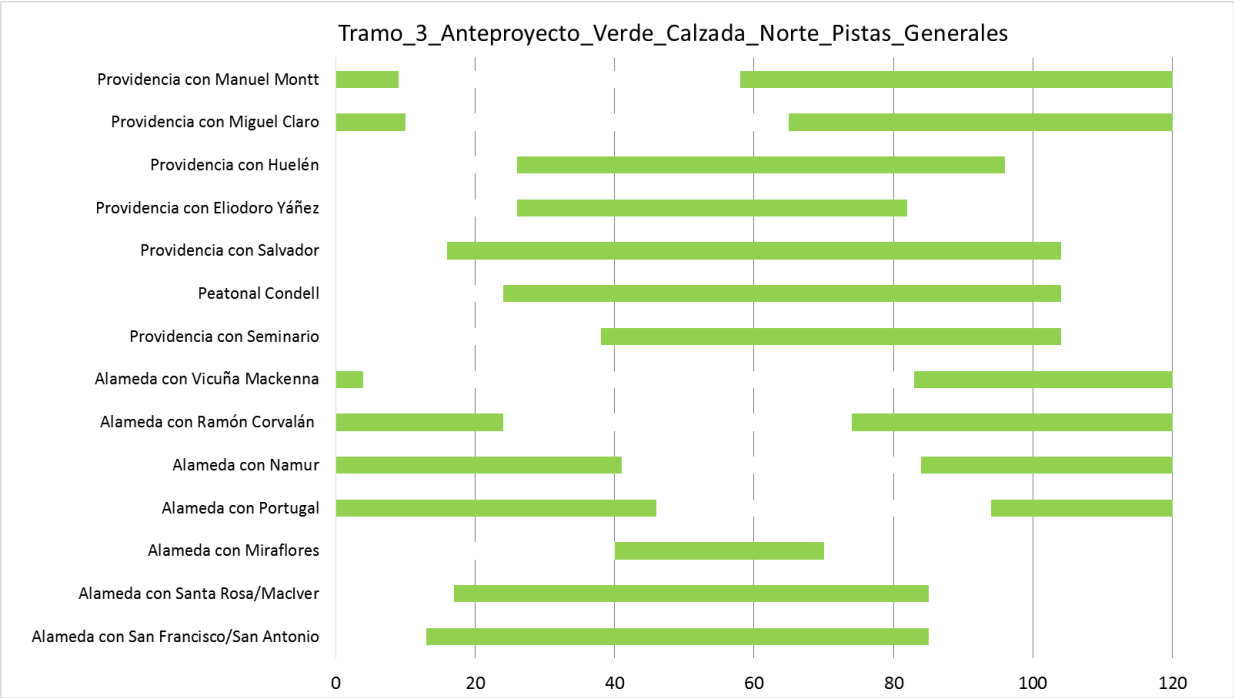


Figura 9.31 Fases de verde en los carriles generales, calzada norte. Anteproyecto Tramo 3 Punta Tarde.

Fuente: Elaboración propia

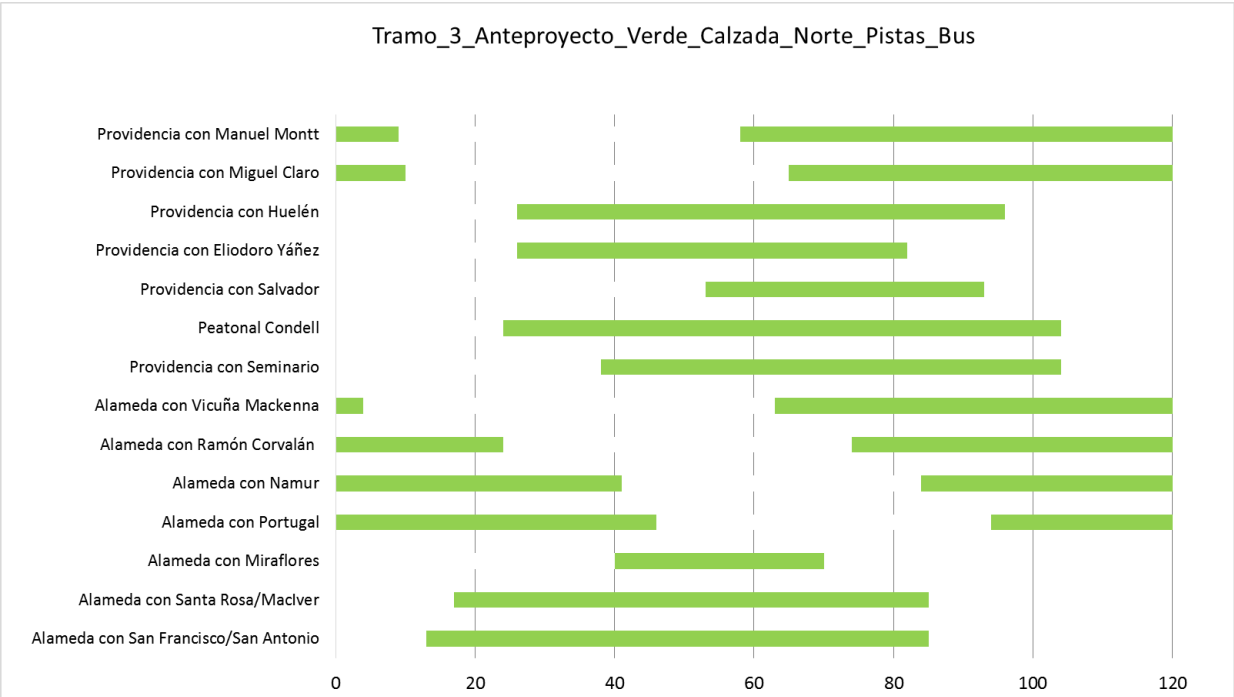


Figura 9.32 Fases de verde en los carriles de buses, calzada norte. Anteproyecto Tramo 3 Punta Tarde.

Fuente: Elaboración propia

9.4.4. Semaforización del Tramo 4

Punta mañana

Se han incluido escapes para los carriles de bus en las siguientes intersecciones:

Tabla 9.20 Tiempos de escape para los carriles bus en el Tramo 4 Anteproyecto Punta Mañana

Intersección	Tiempo del escape bus en anteproyecto (segundos de verde)
Nueva Providencia con Manuel Montt (PS)	17
Providencia con Carlos Antúnez (PS)	15
Nueva Providencia con Pedro de Valdivia (PS)	15
Vitacura con Los Leones (OP)	15
Providencia con Holanda (PN-PS)	20

Fuente: Elaboración propia

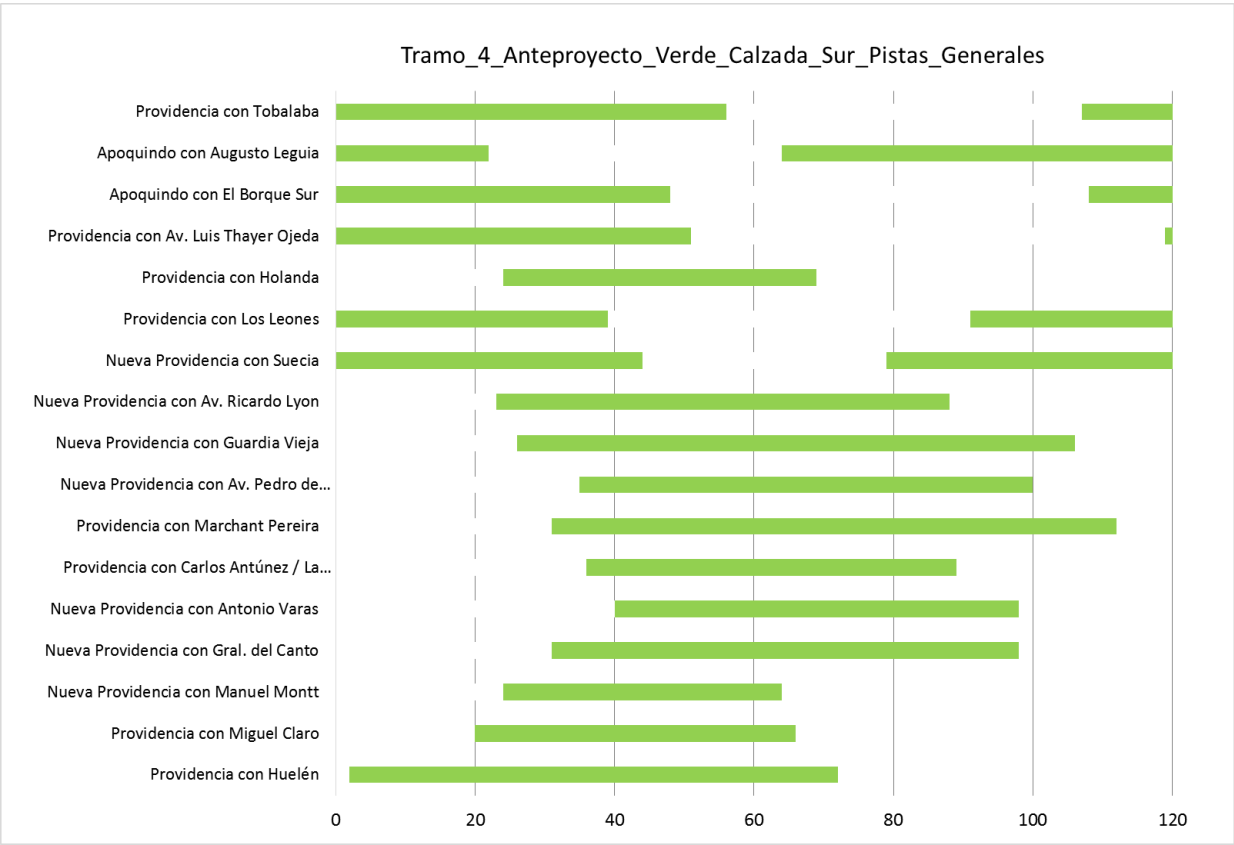


Figura 9.33 Fases de verde en los carriles generales, calzada sur. Anteproyecto Tramo 4 Punta Mañana.

Fuente: Elaboración propia

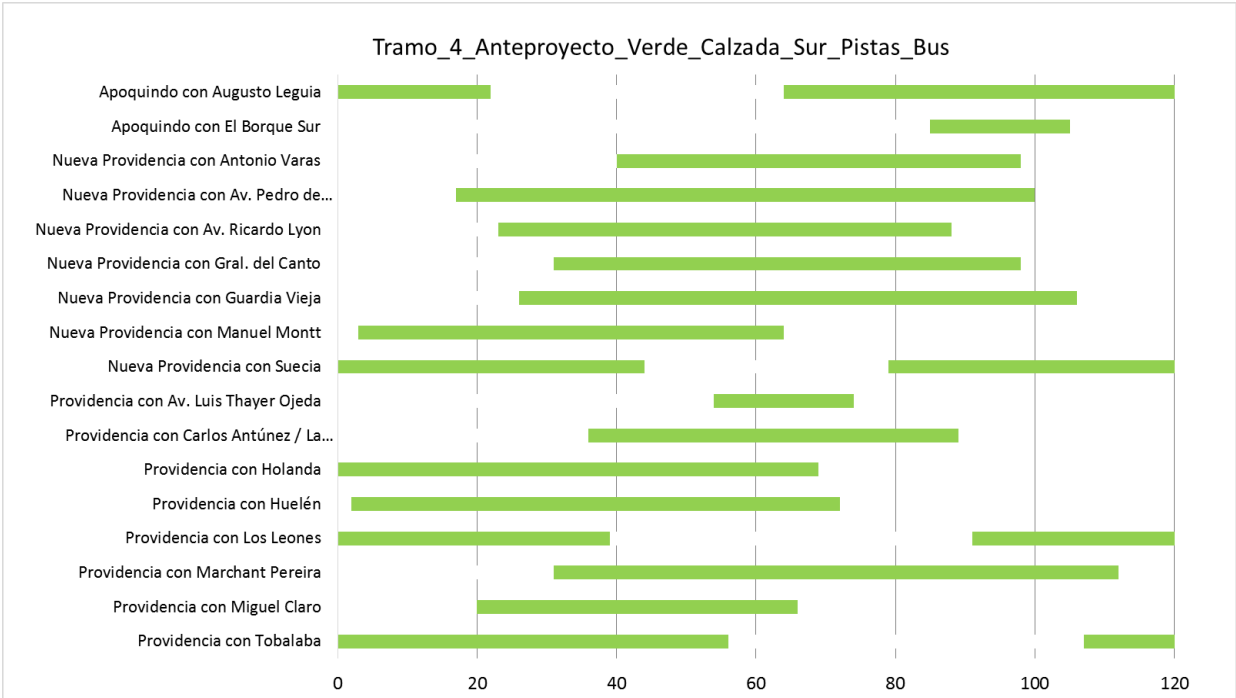


Figura 9.34 Fases de verde en los carriles de buses, calzada sur. Anteproyecto Tramo 4 Punta Mañana.

Fuente: Elaboración propia

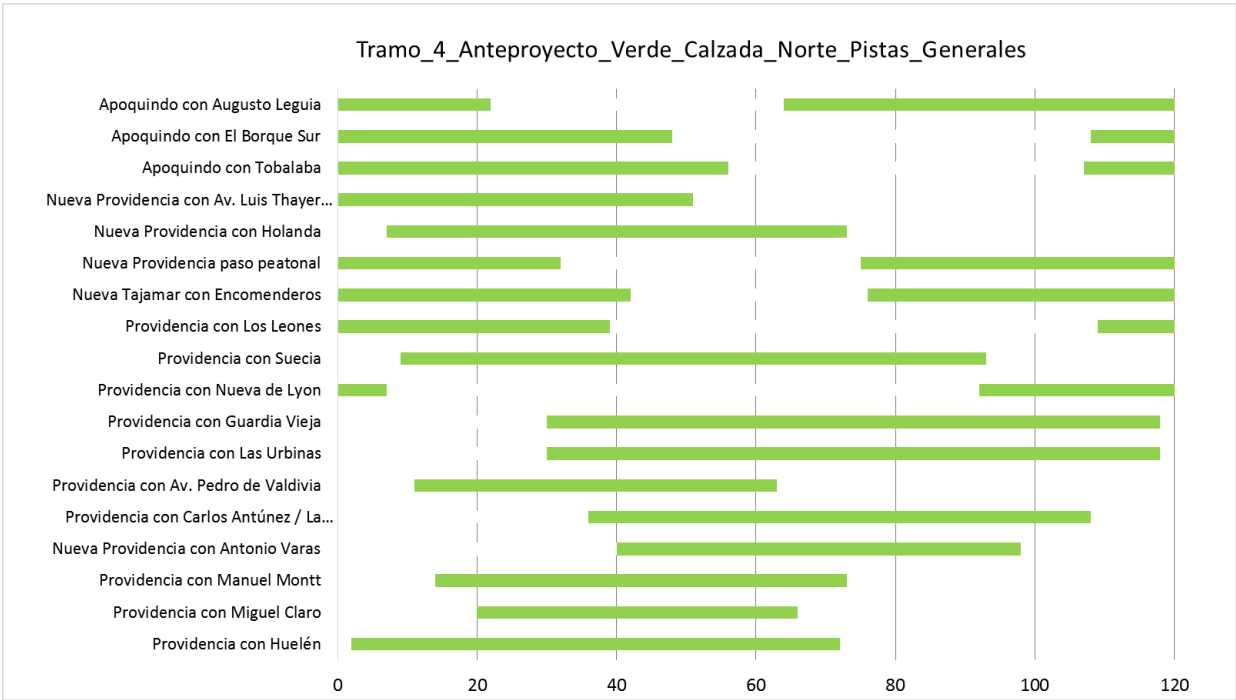


Figura 9.35 Fases de verde en los carriles generales, calzada norte. Anteproyecto Tramo 4 Punta Mañana.

Fuente: Elaboración propia

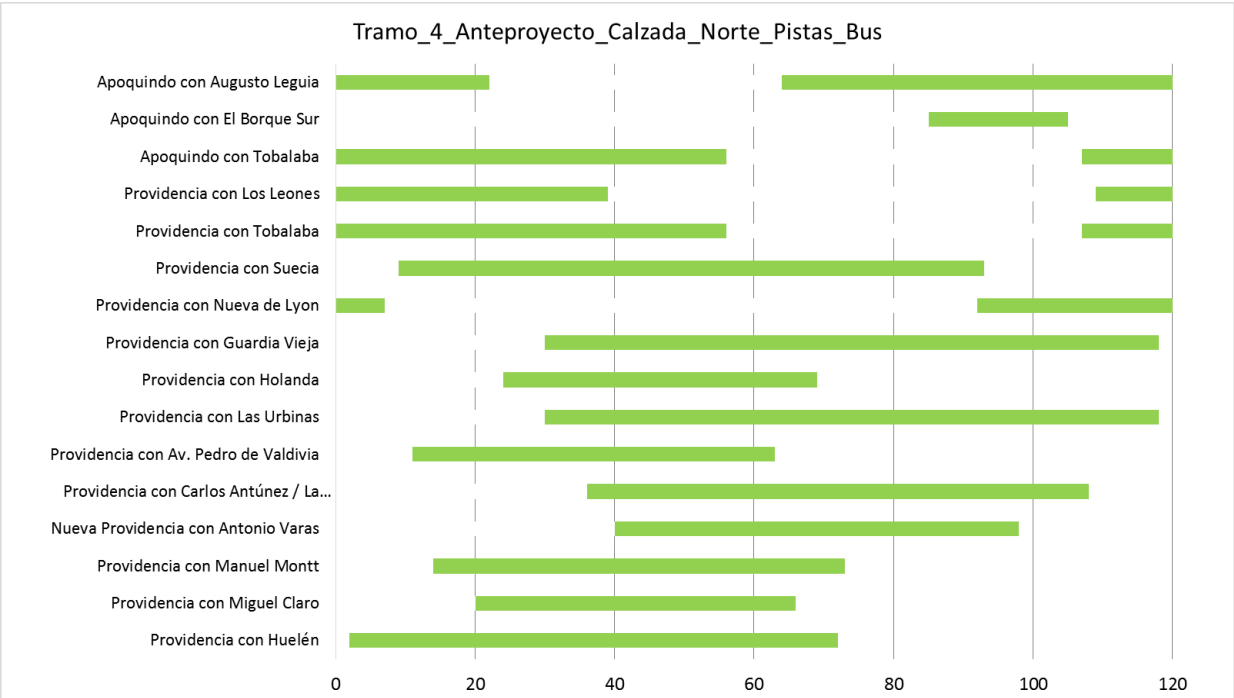


Figura 9.36 Fases de verde en los carriles de buses, calzada norte. Anteproyecto Tramo 4 Punta Mañana.

Fuente: Elaboración propia

Punta tarde

Se han incluido escapes para los carriles de bus en las siguientes intersecciones:

Tabla 9.21 Tiempos de escape para los carriles bus en el Tramo 4 Anteproyecto Punta Tarde

Intersección	Tiempo del escape bus en anteproyecto (segundos de verde)
Nueva Providencia con Manuel Montt (PS)	10
Providencia con Carlos Antúnez (PS)	17
Nueva Providencia con Pedro de Valdivia (PS)	15
Vitacura con Los Leones (OP)	15
Providencia con Holanda (PN-PS)	20

Fuente: Elaboración propia

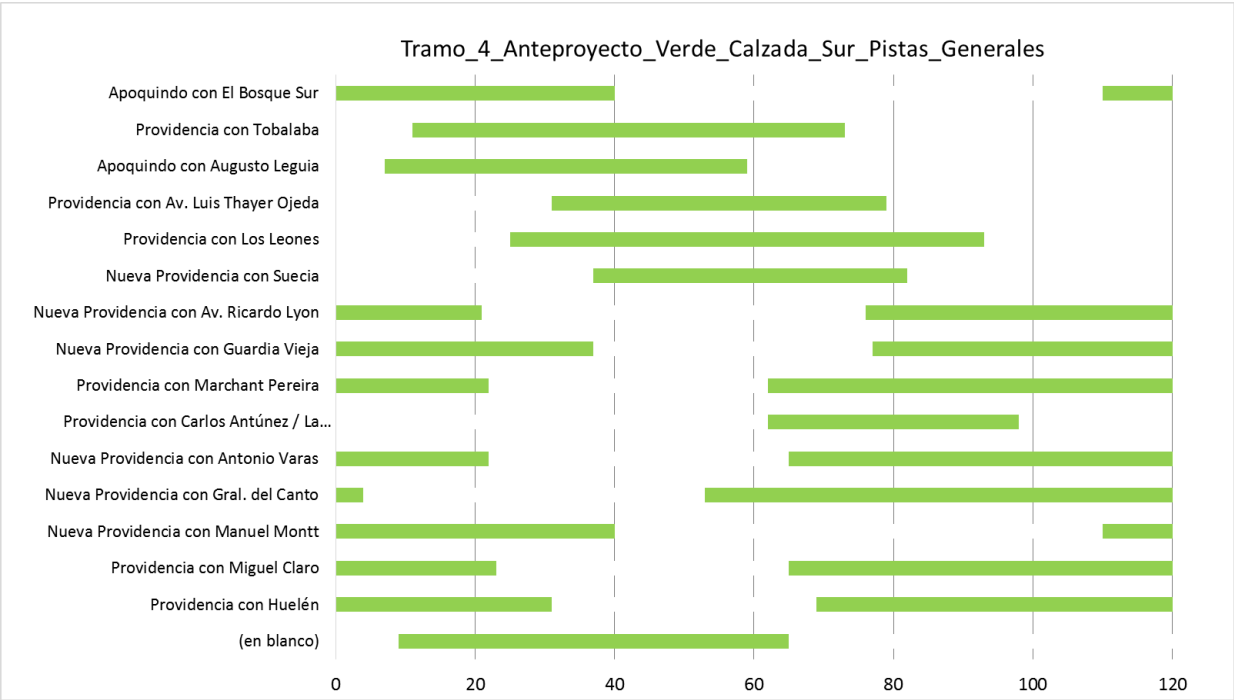


Figura 9.37 Fases de verde en los carriles generales, calzada sur. Anteproyecto Tramo 4 Punta Tarde.

Fuente: Elaboración propia

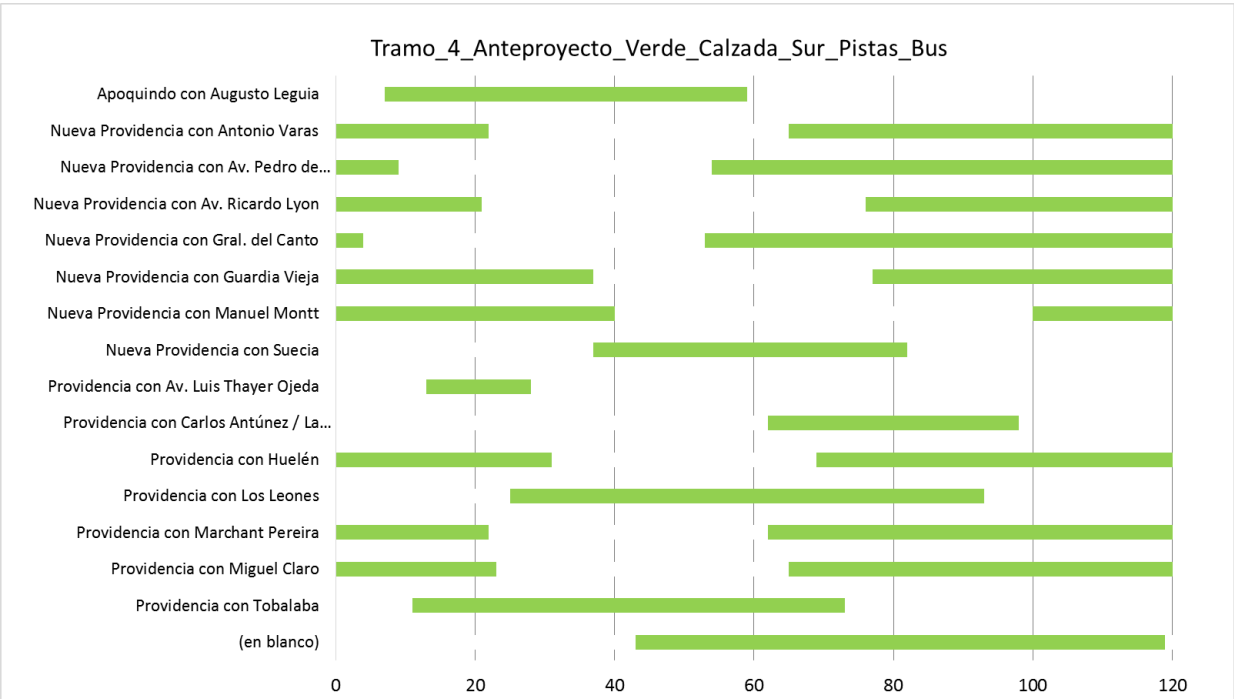


Figura 9.38 Fases de verde en los carriles de buses, calzada sur. Anteproyecto Tramo 4 Punta Tarde.

Fuente: Elaboración propia

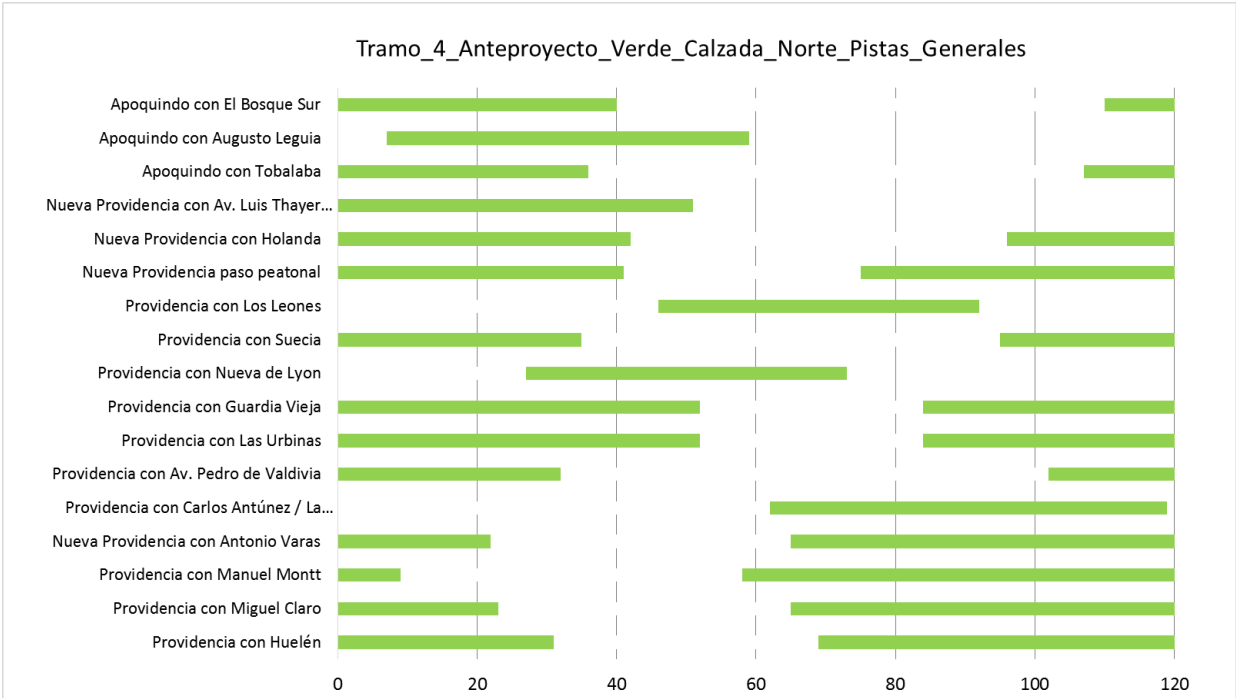


Figura 9.39 Fases de verde en los carriles generales, calzada norte. Anteproyecto Tramo 4 Punta Tarde.
Fuente: Elaboración propia

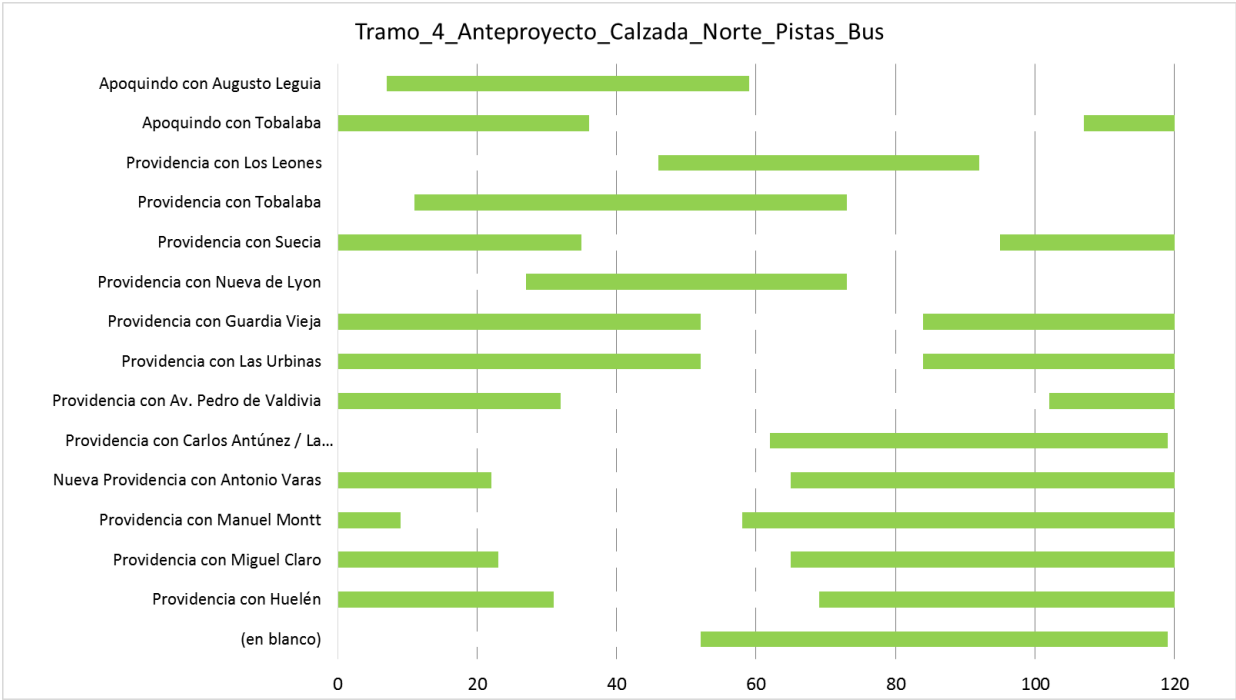


Figura 9.40 Fases de verde en los carriles de buses, calzada norte. Anteproyecto Tramo 4 Punta Tarde.
Fuente: Elaboración propia

9.5. Paraderos

En la situación de Anteproyecto se ha propuesto un nuevo diseño y la relocalización de los paraderos situados en el eje Alameda-Providencia entre Las Rejas y Tobalaba.

Dichos cambios se proponen para mejorar la operatividad del servicio de buses, ya que todas las nuevas estaciones diseñadas están dotadas de EPEV (Estaciones de Pago Extra Vehicular) o “zonas paga” que facilitan y reducen el tiempo de subida de los pasajeros a los vehículos, ya que el pago del billete se realiza antes del embarque.

Por otra parte, los puntos de parada pasan a estar en la parte interior del eje de estudio, ya que en la situación de anteproyecto las pistas reservadas de bus pasan a estar en la parte interior de la avenida.

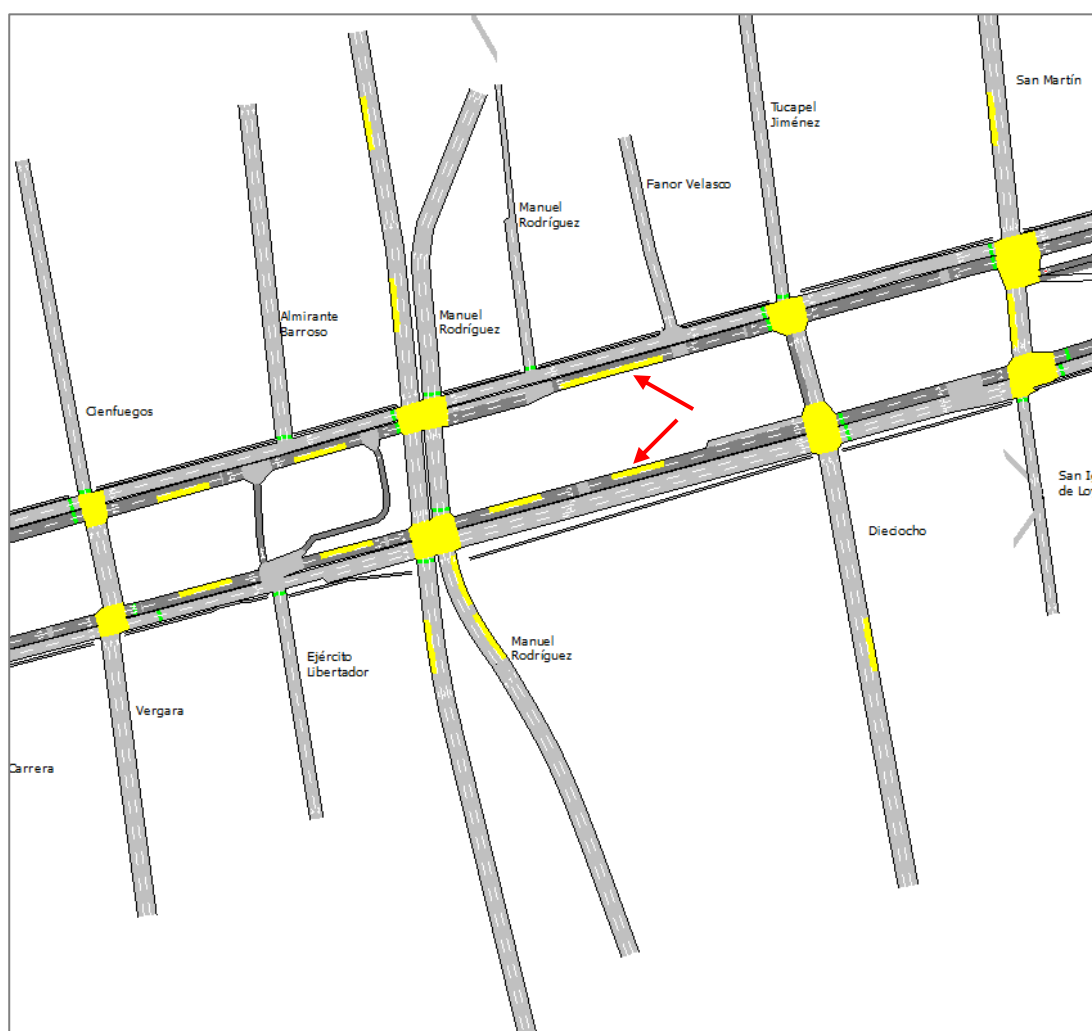


Figura 9.41 Ejemplo de nueva localización de paraderos en el modelo de AIMSUN

Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra una tabla con la nueva distribución y localización de puntos de parada.

Tabla 9.22 Listado de nuevos puntos de parada en la situación de anteproyecto

Punto de Parada	Sitios de parada	Grupo de parada	Ubicación
LR-E01-G02	2	Las Rejas	Frente a Las Heras
LR-E01-G04	2	Las Rejas	Frente a Las Heras
LR-E02-G06	2	Las Rejas	Entre Las Heras y Las Rejas
LR-E03-G08	2	Las Rejas	Entre Las Rejas y Salvador Reyes
LR-E03-G10	2	Las Rejas	Entre Las Rejas y Salvador Reyes
LR-E01-G01	2	Las Rejas	Frente a Las Heras
LR-E01-G03	2	Las Rejas	Frente a Las Heras
LR-E02-G05	2	Las Rejas	Entre Las Heras y Las Rejas
LR-E03-G07	2	Las Rejas	Entre Las Rejas y Salvador Reyes
LR-E03-G09	2	Las Rejas	Entre Las Rejas y Salvador Reyes
EC-E01-G02	2	Ecuador	Al poniente de Radal
EC-E02-G04	2	Ecuador	Entre Radal y Purísima
EC-E01-G01	2	Ecuador	Al poniente de Radal
EC-E02-G03	2	Ecuador	Entre Radal y Purísima
CC-E01-G02	2	Concón	Entre Gral.Amenqual y Concón
CC-E02-G04	2	Concón	Al poniente de Purísima
CC-E01-G01	2	Concón	Entre Gral.Amenqual y Concón
CC-E02-G03	2	Concón	Al poniente de Purísima
AH-E01-G02	2	San Alberto Hurtado	Entre Toro Mazotte y Padre Alberto Hurtado
AH-E02-G04	2	San Alberto Hurtado	Entre Padre Alberto Hurtado y Nicasio Retamales
AH-E01-G01	2	San Alberto Hurtado	Entre Toro Mazotte y Padre Alberto Hurtado
AH-E02-G03	2	San Alberto Hurtado	Entre Padre Alberto Hurtado y Nicasio Retamales
US-E01-G02	2	Universidad de Santiago	Entre Ruiz Tagle y nuevo paso peatones
US-E02-G04	2	Universidad de Santiago	Entre nuevo paso peatones y Obispo Umaña
US-E01-G01	2	Universidad de Santiago	Entre Ruiz Tagle y nuevo paso peatones
US-E02-G03	2	Universidad de Santiago	Entre nuevo paso peatones y Obispo Umaña
SB-E01-G02	2	San Borja	Entre José Luis Coó y San Borja
SB-E01-G04	2	San Borja	Entre José Luis Coó y San Borja
SB-E01-G01	2	San Borja	Entre José Luis Coó y San Borja
SB-E01-G03	2	San Borja	Entre José Luis Coó y San Borja
EL-E02-G02	2	Estación Central	Entre Exposición y San Alfonso
EL-E02-G04	2	Estación Central	Entre Exposición y San Alfonso
EL-E04-G06	2	Estación Central	Entre San Alfonso y Bascuñán Guerrero
EL-E01-G01	2	Estación Central	Entre Exposición y San Alfonso
EL-E01-G03	2	Estación Central	Entre Exposición y San Alfonso
EL-E03-G05	2	Estación Central	Entre San Alfonso y Bascuñán Guerrero
LA-E02-G02	2	Unión Latinoamericana	Entre Esperanza y Libertad
LA-E04-G04	2	Unión Latinoamericana	Entre Libertad y Sotomayor
LA-E01-G01	2	Unión Latinoamericana	Entre Esperanza y Libertad
LA-E03-G03	2	Unión Latinoamericana	Entre Libertad y Sotomayor
RP-E02-G02	2	República	Entre República y R.Cumming
RP-E04-G04	2	República	Entre R.Cumming y Echaurren
RP-E01-G01	2	República	Entre Virginia Opazo y República
RP-E03-G03	2	República	Entre R.Cumming y Echaurren
LH-E02-G02	2	Los Héroes	Entre Cienfuegos y Almirante Barroso
LH-E04-G04	2	Los Héroes	Entre Almirante Barroso y Manuel Rodríguez Pte.
LH-E06-G06	2	Los Héroes	Entre Manuel Rodríguez Orte. y Tucapel Jiménez
LH-E01-G01	2	Los Héroes	Entre Vergara y Ejército
LH-E03-G03	2	Los Héroes	Entre Ejército y Manuel Rodríguez Pte.
LH-E05-G05	2	Los Héroes	Entre Manuel Rodríguez Orte. y Dieciocho
LH-E05-G07	2	Los Héroes	Entre Manuel Rodríguez Orte. y Dieciocho
LM-E02-G02	2	La Moneda	Entre San Martín y Amunátequi
LM-E04-G04	2	La Moneda	Entre Amunátequi y Teatinos
LM-E01-G01	2	La Moneda	Entre San Ignacio y Lord Cochrane
LM-E01-G03	2	La Moneda	Entre San Ignacio y Lord Cochrane
LM-E03-G05	2	La Moneda	Entre Lord Cochrane y Nataniel Cox
LM-E03-G07	2	La Moneda	Entre Lord Cochrane y Nataniel Cox
CH-E02-G02	2	Universidad de Chile	Entre Morandé y Bandera
CH-E03-G04	2	Universidad de Chile	Entre Ahumada y Estado
CH-E03-G06	2	Universidad de Chile	Entre Ahumada y Estado
CH-E01-G01	2	Universidad de Chile	Entre Morandé y Bandera
CH-E01-G03	1	Universidad de Chile	Entre Morandé y Bandera
CH-E03-G05	2	Universidad de Chile	Entre Ahumada y Estado
CH-E03-G07	2	Universidad de Chile	Entre Ahumada y Estado
SL-E01-G02	2	Santa Lucía	Entre Estado y San Antonio
SL-E02-G04	2	Santa Lucía	Entre San Francisco y Santa Rosa
SL-E03-G06	2	Santa Lucía	Entre Mac Iver y Miraflores
SL-E01-G01	2	Santa Lucía	Entre Estado y San Antonio
SL-E02-G03	2	Santa Lucía	Entre San Francisco y Santa Rosa
SL-E03-G05	2	Santa Lucía	Entre Mac Iver y Miraflores
UC-E01-G02	2	Universidad Católica	Entre Portugal y Victoria Subercaseux, poniente
UC-E01-G01	2	Universidad Católica	Entre Portugal y Victoria Subercaseux, poniente
UC-E02-G04	2	Universidad Católica	Entre Portugal y Victoria Subercaseux, oriente
UC-E02-G03	2	Universidad Católica	Entre Portugal y Victoria Subercaseux, oriente
BA-E01-G02	2	Baquedano	Entre Irene Morales y V.Mackenna
BA-E01-G01	2	Baquedano	Entre Irene Morales y V.Mackenna
BA-E02-G04	2	Baquedano	Entre Bustamante y Seminario
BA-E02-G06	2	Baquedano	Entre Bustamante y Seminario
BA-E02-G03	2	Baquedano	Entre Bustamante y Seminario
BA-E02-G05	2	Baquedano	Entre Bustamante y Seminario
BA-E03-G07	2	Baquedano	Ramón Corvalán
BA-E04-G08	2	Baquedano	Merced
BA-E05-G09	2	Baquedano	Vicuña Mackenna
BA-E05-G10	2	Baquedano	Vicuña Mackenna
PB-E01-G02	2	Parque Balmaceda	Entre Obispo Donoso y Condell

Punto de Parada	Sitios de parada	Grupo de parada	Ubicación
PB-E01-G01	2	Parque Balmaceda	Entre Obispo Donoso y Condell
PB-E02-G04	2	Parque Balmaceda	Entre Condell y Salvador
PB-E02-G03	2	Parque Balmaceda	Entre Condell y Salvador
SA-E01-G01	2	Salvador	Entre General Salvo y Eliodoro Yáñez
SA-E02-G02	2	Salvador	Entre Eliodoro Yáñez y José Manuel Infante
SA-E02-G03	2	Salvador	Entre Eliodoro Yáñez y José Manuel Infante
MC-E01-G02	2	Miquel Claro	Providencia, al oriente de Miquel Claro
MC-E01-G01	2	Miquel Claro	Nueva Providencia, al oriente de Miquel Claro
MC-E03-G03	1	Miquel Claro	Nueva Providencia, al oriente de Miquel Claro
MM-E01-G01	2	Manuel Montt	Nueva Providencia, entre Gral. del Canto y Antonio Varas
MM-E02-G02	2	Manuel Montt	Providencia, entre Manuel Montt y Almirante Pastene
MM-E04-G04	2	Manuel Montt	Providencia, entre Antonio Varas y Gral. del Canto
PV-E01-G01	1	Pedro de Valdivia	Nueva Providencia, entre Carlos Antúnez y Marchant
PV-E03-G03	2	Pedro de Valdivia	Nueva Providencia, entre Marchant Pereira y Pedro de
PV-E05-G05	1	Pedro de Valdivia	Carlos Antúnez, al sur de Nueva Providencia
PV-E02-G02	1	Pedro de Valdivia	Providencia, entre Marchant Pereira y La Concepción
GV-E01-G01	2	Guardia Vieja	Nueva Providencia, entre Pedro de Valdivia y Guardia
LL-E01-G01	2	Los Leones	Nueva Providencia, entre Guardia Vieja y Ricardo Lyon
LL-E03-G03	2	Los Leones	Nueva Providencia, entre Ricardo Lyon y Suecia
LL-E02-G02	1	Los Leones	Providencia, entre Nueva de Lyon y Guardia Vieja
LL-E04-G04	2	Los Leones	Providencia, entre Suecia y Nueva de Lyon
SU-E02-G02	1	Suecia	Providencia, entre Bucarest y Suecia
SU-E02-G04	1	Suecia	Providencia, entre Bucarest y Suecia
SU-E01-G01	2	Suecia	Nueva Providencia, entre Suecia y Mardoqueo
SU-E01-G03	1	Suecia	Nueva Providencia, entre Suecia y Mardoqueo
HM-E01-G01	1	Hospital Militar	Holanda, entre Providencia y Vitacura
HM-E02-G02	1	Hospital Militar	Vitacura, entre Holanda y Los Leones
TB-E01-G02	2	Tobalaba	Providencia, entre Holanda y Luis Thayer Oieda
TB-E01-G01	2	Tobalaba	Providencia, entre Holanda y Luis Thayer Oieda
TB-E02-G04	2	Tobalaba	Providencia, entre Luis Thayer Oieda y Tobalaba
TB-E02-G03	2	Tobalaba	Providencia, entre Luis Thayer Oieda y Tobalaba
TB-E03-G05	2	Tobalaba	Tobalaba, al sur de Providencia
TB-E05-G07	1	Tobalaba	Tobalaba, al sur de Apoquindo
TB-E07-G09	1	Tobalaba	Holanda, al sur de Providencia

Fuente: Elaboración propia

9.6. RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Los principales cambios que afectan a la operación de buses que se han introducido en el modelo son:

- Nueva localización de las pistas de bus que han obligado a realizar reruteos o escapes
- Nueva localización de paraderos
- Nuevos servicios exprés
- Nueva demanda esperada en el servicio de bus que afecta al tiempo de parada

Sobre el recorrido de las líneas, el principal cambio respecto al escenario Actual es el cambio de localización de las pistas reservadas para buses urbanos, que pasan a ir por la zona interior del eje en la nueva situación de Anteproyecto.

Dicha calzada quedará reservada únicamente para buses urbanos. Debido a este cambio, se han tenido que generar nuevas fases semafóricas durante cortos periodos de tiempo para permitir los escapes de bus Poniente-Sur (para las líneas que circulan en sentido PO) y los escapes Oriente-Norte (para las líneas que circulan en sentido OP).

En el apartado de semaforización del presente documento, se identifican los puntos en los que se generan fases semafóricas específicas para poder permitir giros desde las pistas de bus hacia vías aledañas.

La siguiente imagen muestra el recorrido de la línea en un viraje Poniente-Sur en el entorno de Estación Central.

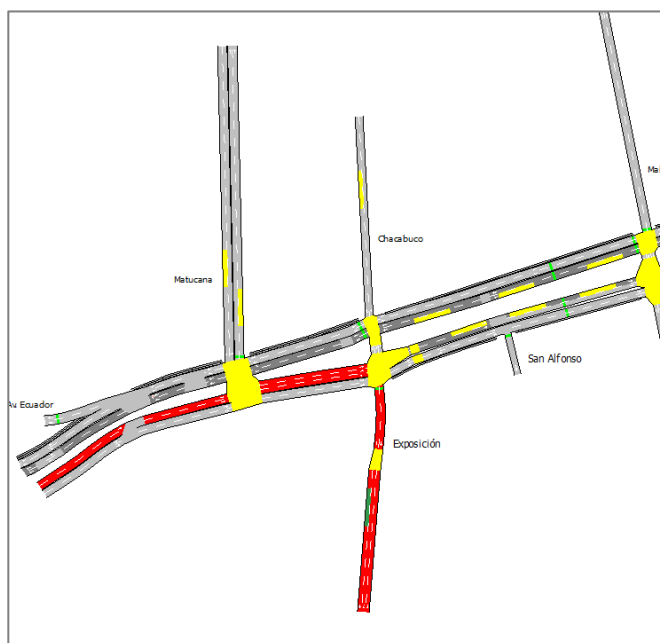


Figura 9.42 Ejemplo de línea que debe realizar viraje P-S en el que se debe crear una fase semafórica en Exposición

Fuente: Elaboración propia

En las intersecciones en las que no se han generados estas fase semafóricas para permitir el viraje de salida del eje Alameda, se han propuesto una serie de reruteos para que los autobuses puedan realizar el movimiento de salida del eje. Se muestra a continuación el reruteo propuesto para algunas líneas en la intersección Alameda-San Ignacio de Loyola, las secciones rojas muestran el recorrido de las líneas en el modelo.

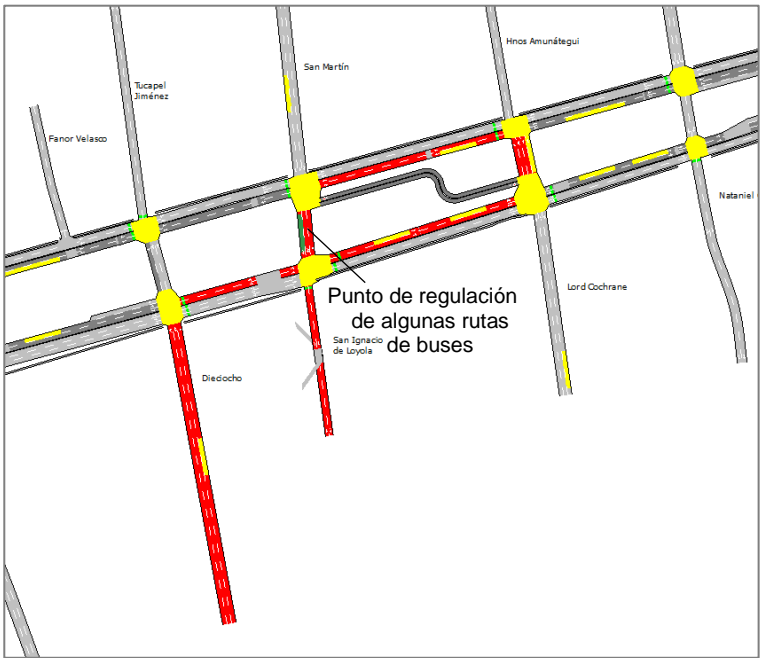


Figura 9.43 Ejemplo de reruteo en el entorno de la intersección de San Ignacio de Loyola
Fuente: Elaboración propia

Sobre la nueva localización de paraderos, se ha expuesto anteriormente en el presente documento la nueva disposición de los mismos, basados en la propuesta de Anteproyecto de nueva localización de puntos de parada. Por lo que las distintas líneas se han adaptado a la nueva localización de los paraderos.

En el anexo 2, se muestra los puntos de parada considerados para cada una de las líneas.

En relación a las líneas, en la situación de Anteproyecto se incorpora una serie de servicios expresos adicionales que solamente efectúan paradas en las agrupaciones de paraderos más representativas del eje. La siguiente tabla recoge las agrupaciones de paraderos donde estos nuevos servicios efectuarán paradas y el número de buses por hora que pararán en cada agrupación.

Tabla 9.23 Agrupaciones de paraderos donde paran los nuevos servicios expresos

Grupo de paradas	Número de buses/hora
Las Rejas	14
San Alberto Hurtado	5
Estación Central	23
Los Héroes	5
Universidad de Chile	23
Santa Lucía	23
Plaza Italia	23
Pedro de Valdivia	23
Tobalaba	23

Fuente: Elaboración propia

Finalmente en relación a la nueva demanda esperada en el servicio de bus de la Alameda, en el escenario de Anteproyecto se ha realizado una estimación de los tiempos de parada futuros basada en la proyección de crecimiento de la demanda en los próximos 5 años.

Dicha proyección de crecimiento se ha realizado para el modelo estratégico y luego aplicado a los modelos de microsimulación según dos escenarios diferentes: un escenario de crecimiento optimista y otro escenario de crecimiento moderado, que es el que finalmente se ha tenido en cuenta para realizar la estimación de tiempos, ya que es el crecimiento previsto en Santiago en el próximo lustro.

Siguiendo dicha metodología, se ha considerado un tiempo medio de subida y bajada por pasajero, y en función de la demanda de cada nueva agrupación de paraderos se ha determinado un tiempo medio de parada.

Los valores considerados se muestran a continuación.

Tabla 9.24 Tiempos medios de parada de los servicios en los paraderos en la situación anteproyecto Punta Mañana

Grupo de Parada	Tiempos medios de parada (seg)	Grupo de Parada	Tiempos medios de parada (seg)	Grupo de Parada	Tiempos medios de parada (seg)	Grupo de Parada	Tiempos medios de parada (seg)
LR-E01-G01	38	EL-E01-G01	11	CH-E03-G04	9	SA-E02-G03	9
LR-E01-G02	13	EL-E01-G03	9	CH-E03-G05	12	MC-E01-G01	9
LR-E01-G03	55	EL-E02-G02	6	CH-E03-G06	4	MC-E01-G02	3
LR-E01-G04	11	EL-E02-G04	4	CH-E03-G07	13	MC-E03-G03	5
LR-E02-G05	35	EL-E03-G05	9	SL-E01-G01	19	MM-E01-G01	9
LR-E02-G06	15	EL-E04-G06	6	SL-E01-G02	11	MM-E02-G02	6
LR-E03-G07	36	LA-E01-G01	10	SL-E02-G03	14	MM-E04-G04	5
LR-E03-G08	8	LA-E02-G02	3	SL-E02-G04	13	PV-E01-G01	10
LR-E03-G09	25	LA-E03-G03	7	SL-E03-G05	8	PV-E02-G02	7
LR-E03-G10	4	LA-E04-G04	3	SL-E03-G06	6	PV-E03-G03	25
EC-E01-G01	7	RP-E01-G01	10	UC-E01-G01	4	PV-E05-G05	5
EC-E01-G02	3	RP-E02-G02	5	UC-E01-G02	3	GV-E01-G01	13
EC-E02-G03	11	RP-E03-G03	7	UC-E02-G03	6	LL-E01-G01	8
EC-E02-G04	4	RP-E04-G04	3	UC-E02-G04	4	LL-E02-G02	7
CC-E01-G01	5	LH-E01-G01	10	BA-E01-G01	11	LL-E03-G03	7
CC-E01-G02	3	LH-E02-G02	4	BA-E01-G02	4	LL-E04-G04	4
CC-E02-G03	3	LH-E03-G03	9	BA-E02-G03	35	SU-E01-G01	11
CC-E02-G04	3	LH-E04-G04	5	BA-E02-G04	14	SU-E01-G03	7
AH-E01-G01	10	LH-E05-G05	9	BA-E02-G05	9	SU-E02-G02	4
AH-E01-G02	4	LH-E05-G07	48	BA-E02-G06	3	SU-E02-G04	45
AH-E02-G03	13	LH-E06-G06	4	BA-E03-G07	7	HM-E01-G01	101
AH-E02-G04	6	LM-E01-G01	14	BA-E04-G08	3	HM-E02-G02	5
US-E01-G01	5	LM-E01-G03	20	BA-E05-G09	9	TB-E01-G01	25
US-E01-G02	4	LM-E02-G02	6	BA-E05-G10	17	TB-E01-G02	5
US-E02-G03	9	LM-E03-G05	9	PB-E01-G01	3	TB-E02-G03	15
US-E02-G04	4	LM-E03-G07	21	PB-E01-G02	2	TB-E03-G05	14
SB-E01-G01	6	LM-E04-G04	7	PB-E02-G03	4	TB-E04-G06	2
SB-E01-G02	3	CH-E01-G01	7	PB-E02-G04	2	TB-E05-G07	20
SB-E01-G03	6	CH-E01-G03	16	SA-E01-G01	12	TB-E07-G09	257
SB-E01-G04	2	CH-E02-G02	13	SA-E02-G02	4		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.25 Tiempos medios de parada de los servicios en los paraderos en la situación anteproyecto Punta Tarde

Grupo de Parada	Tiempos medios de parada (seg)	Grupo de Parada	Tiempos medios de parada (seg)	Grupo de Parada	Tiempos medios de parada (seg)	Grupo de Parada	Tiempos medios de parada (seg)
LR-E01-G01	23	EL-E01-G01	12	CH-E03-G04	19	SA-E02-G03	4
LR-E01-G02	18	EL-E01-G03	8	CH-E03-G05	11	MC-E01-G01	3
LR-E01-G03	17	EL-E02-G02	11	CH-E03-G06	38	MC-E01-G02	5
LR-E01-G04	24	EL-E02-G04	12	CH-E03-G07	10	MC-E03-G03	3
LR-E02-G05	7	EL-E03-G05	7	SL-E01-G01	9	MM-E01-G01	5
LR-E02-G06	35	EL-E04-G06	23	SL-E01-G02	45	MM-E02-G02	9
LR-E03-G07	15	LA-E01-G01	5	SL-E02-G03	6	MM-E04-G04	17
LR-E03-G08	29	LA-E02-G02	11	SL-E02-G04	19	PV-E01-G01	7
LR-E03-G09	7	LA-E03-G03	4	SL-E03-G05	7	PV-E02-G02	15
LR-E03-G10	15	LA-E04-G04	6	SL-E03-G06	12	PV-E03-G03	12
EC-E01-G01	5	RP-E01-G01	5	UC-E01-G01	3	PV-E05-G05	4
EC-E01-G02	6	RP-E02-G02	10	UC-E01-G02	6	GV-E01-G01	11
EC-E02-G03	4	RP-E03-G03	5	UC-E02-G03	4	LL-E01-G01	8
EC-E02-G04	6	RP-E04-G04	7	UC-E02-G04	7	LL-E02-G02	20
CC-E01-G01	3	LH-E01-G01	5	BA-E01-G01	6	LL-E03-G03	5
CC-E01-G02	4	LH-E02-G02	10	BA-E01-G02	13	LL-E04-G04	17
CC-E02-G03	2	LH-E03-G03	7	BA-E02-G03	10	SU-E01-G01	4
CC-E02-G04	3	LH-E04-G04	10	BA-E02-G04	4	SU-E01-G03	5
AH-E01-G01	7	LH-E05-G05	5	BA-E02-G05	5	SU-E02-G02	14
AH-E01-G02	8	LH-E05-G07	29	BA-E02-G06	10	SU-E02-G04	68
AH-E02-G03	6	LH-E06-G06	11	BA-E03-G07	7	HM-E01-G01	21
AH-E02-G04	8	LM-E01-G01	4	BA-E04-G08	16	HM-E02-G02	15
US-E01-G01	4	LM-E01-G03	7	BA-E05-G09	28	TB-E01-G01	27
US-E01-G02	6	LM-E02-G02	17	BA-E05-G10	22	TB-E01-G02	10
US-E02-G03	5	LM-E03-G05	10	PB-E01-G01	3	TB-E02-G03	8
US-E02-G04	8	LM-E03-G07	25	PB-E01-G02	3	TB-E03-G05	13
SB-E01-G01	6	LM-E04-G04	14	PB-E02-G03	3	TB-E04-G06	2
SB-E01-G02	13	CH-E01-G01	4	PB-E02-G04	3	TB-E05-G07	16
SB-E01-G03	6	CH-E01-G03	6	SA-E01-G01	4	TB-E07-G09	257
SB-E01-G04	8	CH-E02-G02	22	SA-E02-G02	12		

Fuente: Elaboración propia

9.7. Resultados de las velocidades promedio

Para el escenario de Anteproyecto, las velocidades de bus mejoran con respecto al escenario Actual. En las pistas bus se realiza un incremento de la velocidad en las secciones ya que estas son de uso exclusivo y su velocidad máxima será mayor que en la actualidad, lo cual responderá en un incremento de la velocidad promedio de los buses.

A continuación se presentan las velocidades de vehículos particulares y buses en el escenario Anteproyecto, el cual incorpora las mejoras del escenario base y el corredor de transporte público central.

Estas velocidades fueron obtenidas directamente del modelo, para ello se tomó en cuenta considerar la misma metodología de la calibración, con el fin de poder obtener cifras que sean comparables. Como en el caso de la situación Base, en las tablas tampoco se incluyen velocidades medidas en la realidad, ya que corresponden a una situación no existente en la actualidad.

Tabla 9.26 Listado de velocidades en el eje. Situación Anteproyecto Punta Mañana. Tramo 1

Auto																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
1	Exposición	G. Velásquez	OP	1,3	21,5	26,9	24,5	23,1	25,3	27,6	23,4	20,6	25,3	27,2	24,5	0:03:11
1	G. Velásquez	Las Rejas	OP	1,5	21,5	20,1	22,4	20,8	20,0	21,5	21,5	19,8	19,7	21,0	20,8	0:04:19
1	Las Rejas	G. Velásquez	PO	1,5	13,7	13,2	12,7	12,1	12,6	13,5	13,5	15,2	13,7	15,5	13,6	0:06:38
1	G. Velásquez	Exposición	PO	1,3	17,8	16,0	15,4	15,8	15,8	18,8	17,1	15,7	17,4	16,5	16,6	0:04:41
Bus																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
1	Exposición	G. Velásquez	OP	1,3	20,6	21,1	29,4	18,1	12,3	23,5	19,8	23,1	21,2	20,3	20,9	0:03:44
1	G. Velásquez	Las Rejas	OP	1,5	22,1	22,7	22,0	20,7	26,1	24,5	23,5	20,8	21,3	22,5	22,6	0:03:59
1	Las Rejas	G. Velásquez	PO	1,5	21,1	22,2	20,9	23,6	24,8	21,5	17,0	23,2	21,5	20,2	21,6	0:04:10
1	G. Velásquez	Exposición	PO	1,3	13,5	19,1	12,0	16,3	17,4	16,1	24,9	12,6	14,3	16,3	16,2	0:04:48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.27 Listado de velocidades en el eje. Situación Anteproyecto Punta Tarde. Tramo 1

Auto																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
1	Exposición	G. Velásquez	OP	1,3	18,4	17,4	18,4	21,6	15,5	20,4	19,9	18,0	13,5	17,7	18,1	0:04:19
1	G. Velásquez	Las Rejas	OP	1,5	18,4	18,7	19,1	17,6	18,4	18,6	18,3	19,2	18,3	18,4	18,5	0:04:52
1	Las Rejas	G. Velásquez	PO	1,5	8,7	7,3	7,6	8,2	8,2	9,6	5,2	8,8	7,8	8,2	8,0	0:11:18
1	G. Velásquez	Exposición	PO	1,3	12,7	16,5	10,5	11,8	18,4	16,8	15,2	14,5	14,0	16,9	14,7	0:05:18
Bus																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
1	Exposición	G. Velásquez	OP	1,3	19,8	16,1	22,2	23,6	14,4	18,0	17,3	25,7	12,3	11,8	18,1	0:04:18
1	G. Velásquez	Las Rejas	OP	1,5	20,3	21,1	22,0	22,2	17,5	24,6	21,8	17,9	22,1	17,2	20,7	0:04:21
1	Las Rejas	G. Velásquez	PO	1,5	18,7	18,8	18,9	19,9	17,5	18,8	19,7	17,5	19,0	19,5	18,8	0:04:47
1	G. Velásquez	Exposición	PO	1,3	20,0	20,5	18,6	23,3	18,8	18,4	22,8	17,7	19,2	20,4	20,0	0:03:54

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.28 Listado de velocidades en el eje. Situación Anteproyecto Punta Mañana. Tramo 2

Auto																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
2	Santa Rosa	M. Rodríguez	OP	1,4	3,7	4,2	4,6	3,8	4,7	3,5	3,7	3,2	3,7	3,8	3,9	0:21:32
2	M. Rodríguez	Exposición	OP	1,7	17,5	16,8	14,8	19,6	19,0	16,9	14,9	17,1	16,2	15,2	16,8	0:06:04
2	Exposición	M. Rodríguez	PO	1,7	6,3	6,3	7,2	4,7	4,5	8,5	8,2	4,2	9,2	3,6	6,3	0:16:16
2	M. Rodríguez	Santa Rosa	PO	1,4	12,2	11,2	11,0	12,4	11,1	11,5	10,6	11,7	12,4	12,7	11,7	0:07:11
Bus																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
2	Santa Rosa	M. Rodríguez	OP	1,4	12,6	17,9	15,4	15,4	16,5	12,7	20,5	15,7	11,1	16,8	15,5	0:05:26
2	M. Rodríguez	Exposición	OP	1,7	22,2	19,5	18,3	25,6	14,6	21,4	23,0	21,7	13,0	28,1	20,7	0:04:55
2	Exposición	M. Rodríguez	PO	1,7	17,6	16,8	14,3	22,5	20,7	13,5	19,5	14,5	12,5	17,9	17,0	0:06:00
2	M. Rodríguez	Santa Rosa	PO	1,4	14,8	18,3	16,7	18,2	15,8	17,3	15,8	15,0	15,7	16,2	16,4	0:05:08

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.29 Listado de velocidades en el eje. Situación Anteproyecto Punta Tarde. Tramo 2

Auto																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
2	Santa Rosa	M. Rodríguez	OP	1,4	3,9	3,6	3,5	4,1	2,7	3,4	3,9	3,9	4,5	3,8	3,7	0:22:29
2	M. Rodríguez	Exposición	OP	1,7	5,5	6,4	7,4	3,4	8,9	7,4	8,0	4,3	8,8	2,8	6,3	0:16:10
2	Exposición	M. Rodríguez	PO	1,7	6,8	7,4	9,6	9,3	3,4	5,6	9,9	8,2	9,5	7,2	7,7	0:13:16
2	M. Rodríguez	Santa Rosa	PO	1,4	6,7	7,9	9,0	6,6	9,5	4,5	8,4	4,8	6,6	7,9	7,2	0:11:42
Bus																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
2	Santa Rosa	M. Rodríguez	OP	1,4	13,7	19,4	15,3	15,8	16,8	16,9	17,3	12,4	19,9	15,6	16,3	0:05:09
2	M. Rodríguez	Exposición	OP	1,7	18,6	13,6	6,2	20,9	15,1	15,9	19,6	17,7	14,8	20,2	16,3	0:06:16
2	Exposición	M. Rodríguez	PO	1,7	19,2	14,2	14,3	19,4	18,4	15,6	15,0	14,8	19,3	15,8	16,6	0:06:09
2	M. Rodríguez	Santa Rosa	PO	1,4	14,4	16,3	16,1	15,1	16,2	14,7	14,0	14,1	15,4	14,9	15,1	0:05:33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.30 Listado de velocidades en el eje. Situación Anteproyecto Punta Mañana. Tramo 3

Auto																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
3	M. Montt	V. Mackenna	OP	1,6	6,6	5,5	4,0	7,4	7,0	5,9	5,4	7,1	6,5	4,6	6,0	0:15:58
3	V. Mackenna	Santa Rosa	OP	1,3	18,8	20,7	16,9	23,3	17,1	20,2	22,3	18,7	18,0	22,6	19,9	0:03:56
3	Santa Rosa	V. Mackenna	PO	1,3	16,6	13,7	5,4	20,4	12,6	14,3	17,7	17,8	18,0	15,4	15,2	0:05:08
3	V. Mackenna	M. Montt	PO	1,6	5,7	6,2	5,4	7,7	5,3	6,4	4,9	5,9	4,3	6,9	5,9	0:16:21
Bus																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
3	M. Montt	V. Mackenna	OP	1,6	19,9	21,1	18,1	21,0	22,1	20,1	21,5	23,0	19,8	20,0	20,7	0:04:39
3	V. Mackenna	Santa Rosa	OP	1,3	22,7	18,6	18,6	22,2	19,4	22,8	19,1	20,1	19,7	20,3	20,3	0:03:50
3	Santa Rosa	V. Mackenna	PO	1,3	19,5	17,0	21,1	19,4	17,9	16,3	17,0	20,4	15,5	17,7	18,2	0:04:18
3	V. Mackenna	Manuel Montt	PO	1,6	19,2	17,4	20,2	18,4	16,9	17,2	16,9	16,5	18,9	20,3	18,2	0:05:17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.31 Listado de velocidades en el eje. Situación Anteproyecto Punta Tarde. Tramo 3

Auto																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
3	M. Montt	V. Mackenna	OP	1,6	9,8	9,6	11,1	15,4	5,9	11,2	8,7	6,9	12,2	8,5	9,8	0:09:46
3	V. Mackenna	Santa Rosa	OP	1,3	12,0	15,5	12,0	15,6	10,8	15,5	14,2	14,2	14,4	11,5	13,6	0:05:45
3	Santa Rosa	V. Mackenna	PO	1,3	9,8	6,8	8,1	14,0	9,1	6,4	12,4	10,0	4,9	6,4	8,4	0:09:18
3	V. Mackenna	M. Montt	PO	1,6	8,7	7,2	6,7	8,2	12,1	6,3	9,3	7,2	9,1	4,8	8,0	0:12:04
Bus																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
3	M. Montt	V. Mackenna	OP	1,6	19,5	18,2	19,3	18,6	21,0	16,1	16,5	18,6	20,9	19,8	18,8	0:05:06
3	V. Mackenna	Santa Rosa	OP	1,3	18,9	20,1	17,8	18,8	21,7	21,1	17,8	22,4	20,7	16,6	19,6	0:03:59
3	Santa Rosa	V. Mackenna	PO	1,3	17,6	19,7	17,9	16,3	20,5	18,2	16,8	20,5	22,0	19,3	18,9	0:04:08
3	V. Mackenna	Manuel Montt	PO	1,6	16,1	17,7	17,8	17,1	17,4	18,7	19,3	16,3	17,5	14,0	17,2	0:05:35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.32 Listado de velocidades en el eje. Situación Anteproyecto Punta Mañana. Tramo 4

Auto																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
4	Tobalaba	Pedro de Valdivia	OP	1,3	4,2	5,3	6,7	1,7	5,9	5,9	3,4	5,9	7,5	5,2	5,2	0:15:05
4	Pedro de Valdivia	Manuel Montt	OP	1,0	6,7	6,3	6,3	7,7	5,4	5,7	5,9	6,3	6,8	6,3	6,3	0:09:28
4	Manuel Montt	Pedro de Valdivia	PO	1,0	14,0	17,1	15,2	15,3	14,3	15,2	15,0	15,2	15,4	15,5	15,2	0:03:57
4	Pedro de Valdivia	Tobalaba	PO	1,3	15,2	15,8	15,8	15,2	15,2	13,0	15,8	14,6	15,1	17,8	15,3	0:05:05
Bus																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
4	Tobalaba	Pedro de Valdivia	OP	1,2	16,8	11,6	14,4	12,1	13,8	14,2	12,6	14,6	13,8	16,0	14,0	0:05:09
4	Pedro de Valdivia	Manuel Montt	OP	1,0	15,3	15,9	16,9	14,4	14,2	16,6	16,1	13,5	16,1	15,2	15,4	0:03:54
4	Manuel Montt	Pedro de Valdivia	PO	1,0	16,7	12,6	14,3	16,3	10,1	15,1	17,4	14,5	17,1	11,4	14,6	0:04:07
4	Pedro de Valdivia	Tobalaba	PO	1,3	12,6	12,3	14,9	5,5	12,1	13,7	9,6	15,3	14,2	15,3	12,5	0:06:13

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.33 Listado de velocidades en el eje. Situación Anteproyecto Punta Tarde. Tramo 4

Auto																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
4	Tobalaba	Pedro de Valdivia	OP	1,3	6,1	6,4	5,3	6,8	6,7	8,1	8,7	5,4	3,5	4,7	6,2	0:12:40
4	Pedro de Valdivia	Manuel Montt	OP	1,0	10,8	8,2	10,4	9,4	9,2	9,2	8,4	10,4	9,7	9,3	9,5	0:06:19
4	Manuel Montt	Pedro de Valdivia	PO	1,0	13,5	13,1	13,4	13,3	12,8	13,5	13,7	14,8	13,2	12,0	13,3	0:04:30
4	Pedro de Valdivia	Tobalaba	PO	1,3	19,5	14,3	21,3	16,4	13,4	15,9	15,8	17,5	17,6	18,6	17,0	0:04:35
Bus																
Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia	Velocidad Vehículo Flotante (km/hr)										Vel Promedio AIMSUN	Tpo. Rec. AIMSUN
				(km)	obs 1	obs 2	obs 3	obs 4	obs 5	obs 6	obs 7	obs 8	obs 9	obs 10	km/hr	min:seg
4	Tobalaba	Pedro de Valdivia	OP	1,2	13,1	14,2	14,8	12,1	16,2	13,8	13,7	12,7	13,1	14,2	13,8	0:05:13
4	Pedro de Valdivia	Manuel Montt	OP	1,0	15,0	17,7	17,5	16,1	15,7	15,4	17,2	15,5	14,8	15,6	16,1	0:03:44
4	Manuel Montt	Pedro de Valdivia	PO	1,0	16,4	10,8	12,2	11,2	14,3	12,4	13,6	13,1	16,8	13,2	13,4	0:04:29
4	Pedro de Valdivia	Tobalaba	PO	1,3	14,8	14,4	12,0	12,4	13,3	13,3	16,2	17,9	13,5	16,4	14,4	0:05:25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.34 Listado de velocidades en el eje para Vehículo Particular (Punta Mañana)

Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia km	Velocidad Promedio Base AIMSUN Km/hr	Velocidad Promedio Base AIMSUN Km/hr	Velocidad Promedio Anteproyecto AIMSUN Km/hr	Velocidad medida Km/hr
1	Exposición	G. Velásquez	OP	1,3	13,7	14,3	14,3	36,6
1	G. Velásquez	Las Rejas	OP	1,4	18,1	19,1	19,1	21,6
1	Las Rejas	G. Velásquez	PO	1,4	15,9	9,4	9,4	17,5
1	G. Velásquez	Exposición	PO	1,2	17,1	11,6	11,6	9,0
2	Santa Rosa	M. Rodríguez	OP	1,4	9,9	14,8	14,8	16,7
2	M. Rodríguez	Exposición	OP	1,7	4,7	15,0	15,0	16,7
2	Exposición	M. Rodríguez	PO	1,7	7,3	4,5	4,5	9,0
2	M. Rodríguez	Santa Rosa	PO	1,4	12,3	8,4	8,4	16,0
3	Manuel Montt	Vicuña Mackenna	OP	1,6	15,2	17,0	17,0	24,3
3	Vicuña Mackenna	Santa Rosa	OP	1,3	17,9	13,7	13,7	21,1
3	Santa Rosa	Vicuña Mackenna	PO	1,3	20,2	18,5	18,5	16,0
3	Vicuña Mackenna	Manuel Montt	PO	1,6	14,5	7,4	7,4	16,5
4	Tobalaba	Pedro de Valdivia	OP	1,3	3,4	6,1	6,1	21,5
4	Pedro de Valdivia	Manuel Montt	OP	1	5,7	7,7	7,7	21,5
4	Manuel Montt	Pedro de Valdivia	PO	1	3,1	4,9	4,9	19,1
4	Pedro de Valdivia	Tobalaba	PO	1,3	4,8	10,4	10,4	19,1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.35 Listado de velocidades en el eje para Bus (Punta Mañana)

Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia km	Velocidad Promedio Base AIMSUN Km/hr	Velocidad Promedio Base AIMSUN Km/hr	Velocidad Promedio Anteproyecto AIMSUN Km/hr	Velocidad medida Km/hr
1	Exposición	G. Velásquez	OP	1,3	11,2	9,4	9,4	23,0
1	G. Velásquez	Las Rejas	OP	1,4	14,7	11,5	11,5	18,0
1	Las Rejas	G. Velásquez	PO	1,4	11,1	14,1	14,1	16,0
1	G. Velásquez	Exposición	PO	1,2	11,9	12,4	12,4	22,0
2	Santa Rosa	M. Rodríguez	OP	1,4	7,3	6,5	6,5	18,5
2	M. Rodríguez	Exposición	OP	1,7	10,1	7,3	7,3	24,2
2	Exposición	M. Rodríguez	PO	1,7	6,6	10,0	10,0	11,2
2	M. Rodríguez	Santa Rosa	PO	1,4	9,1	10,3	10,3	14,8
3	Manuel Montt	Vicuña Mackenna	OP	1,6	14,3	16,3	16,3	16,0
3	Vicuña Mackenna	Santa Rosa	OP	1,3	20,2	18,2	18,2	20,0
3	Santa Rosa	Vicuña Mackenna	PO	1,3	14,6	9,7	9,7	17,0
3	Vicuña Mackenna	Manuel Montt	PO	1,6	12,8	13,0	13,0	14,0
4	Tobalaba	Pedro de Valdivia	OP	1,3	11,7	12,3	12,3	16,0
4	Pedro de Valdivia	Manuel Montt	OP	1	11,0	15,6	15,6	18,0
4	Manuel Montt	Pedro de Valdivia	PO	1	7,9	8,8	8,8	12,5
4	Pedro de Valdivia	Tobalaba	PO	1,3	7,6	9,3	9,3	12,0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.36 Listado de velocidades en el eje para Vehículo Particular (Punta Tarde)

Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia km	Velocidad Promedio Base AIMSUN Km/hr	Velocidad Promedio Base AIMSUN Km/hr	Velocidad Promedio Anteproyecto AIMSUN Km/hr	Velocidad medida Km/hr
1	Exposición	G. Velásquez	OP	1,3	14,4	13,9	13,9	31,3
1	G. Velásquez	Las Rejas	OP	1,4	13,9	14,6	14,6	23,6
1	Las Rejas	G. Velásquez	PO	1,4	15,3	8,3	8,3	22,6
1	G. Velásquez	Exposición	PO	1,2	17,3	14,8	14,8	8,3
2	Santa Rosa	M. Rodríguez	OP	1,4	13,5	8,3	8,3	12,5
2	M. Rodríguez	Exposición	OP	1,7	16,8	14,2	14,2	11,3
2	Exposición	M. Rodríguez	PO	1,7	13,5	10,0	10,0	7,8
2	M. Rodríguez	Santa Rosa	PO	1,4	12,4	8,8	8,8	12,1
3	Manuel Montt	Vicuña Mackenna	OP	1,6	11,6	12,2	12,2	21,0
3	Vicuña Mackenna	Santa Rosa	OP	1,3	17,8	16,1	16,1	16,9
3	Santa Rosa	Vicuña Mackenna	PO	1,3	6,3	5,8	5,8	14,7
3	Vicuña Mackenna	Manuel Montt	PO	1,6	17,4	15,6	15,6	24,0
4	Tobalaba	Pedro de Valdivia	OP	1,3	4,5	3,8	3,8	8,6
4	Pedro de Valdivia	Manuel Montt	OP	1	13,1	11,9	11,9	10,0
4	Manuel Montt	Pedro de Valdivia	PO	1	8,8	6,7	6,7	16,0
4	Pedro de Valdivia	Tobalaba	PO	1,3	6,5	5,2	5,2	16,0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.37 Listado de velocidades en el eje para Bus (Punta Tarde)

Tramo	Desde	Hasta	Sentido	Distancia km	Velocidad Promedio Base AIMSUN Km/hr	Velocidad Promedio Base AIMSUN Km/hr	Velocidad Promedio Anteproyecto AIMSUN Km/hr	Velocidad medida Km/hr
1	Exposición	G. Velásquez	OP	1,3	11,8	14,7	14,7	19,7
1	G. Velásquez	Las Rejas	OP	1,4	13,6	14,8	14,8	19,7
1	Las Rejas	G. Velásquez	PO	1,4	13,2	10,5	10,5	20,7
1	G. Velásquez	Exposición	PO	1,2	12,6	13,3	13,3	20,3
2	Santa Rosa	M. Rodríguez	OP	1,4	7,2	6,8	6,8	13,8
2	M. Rodríguez	Exposición	OP	1,7	11,3	6,7	6,7	16,3
2	Exposición	M. Rodríguez	PO	1,7	11,2	11,3	11,3	9,7
2	M. Rodríguez	Santa Rosa	PO	1,4	9,6	12,2	12,2	11,2
3	Manuel Montt	Vicuña Mackenna	OP	1,6	8,4	6,8	6,8	14,0
3	Vicuña Mackenna	Santa Rosa	OP	1,3	13,3	15,0	15,0	16,0
3	Santa Rosa	Vicuña Mackenna	PO	1,3	12,1	12,2	12,2	15,7
3	Vicuña Mackenna	Manuel Montt	PO	1,6	10,7	11,9	11,9	16,0
4	Tobalaba	Pedro de Valdivia	OP	1,3	9,5	9,5	9,5	9,0
4	Pedro de Valdivia	Manuel Montt	OP	1	8,2	6,2	6,2	10,7
4	Manuel Montt	Pedro de Valdivia	PO	1	9,2	10,3	10,3	12,5
4	Pedro de Valdivia	Tobalaba	PO	1,3	8,0	8,7	8,7	9,5

Fuente: Elaboración propia

10. CONCLUSIÓN

Los modelos se han generado de modo a representar los 4 Tramos en que se ha subdividido el análisis, para los periodos de PM y PT, y para cada escenario definido de estudio: Situación Actual (2016), Base (2020) y Anteproyecto (2020).

La construcción y calibración de los modelos de la Situación Actual se hizo con el mayor nivel de detalle posible para los 12 km de la Alameda, en que se introdujeron todas las características de la oferta y demanda de tránsito, tales como: capacidades y velocidades máximas de las vías, esquemas de semaforización, rutas y frecuencias de autobuses, recorridos de taxis y taxis colectivos, volúmenes de tráfico por tipología de vehículo, incluidos los camiones, etc. Todo esto ajustado con el objetivo de reproducir de la mejor manera posible los comportamientos observados en la realidad del Eje Alameda-Providencia (velocidades promedio alcanzadas en los periodos punta y las longitudes de colas en las llegadas a las intersecciones).

A través del uso de los modelos de microsimulación ha sido posible identificar puntos de conflicto en cruces y secciones de vía dónde se producía congestión vehicular, lo que se ha traducido en propuestas de solución, donde se ha comprobado la eficacia de las mismas en los diseños operacionales y geométricos para el escenario de Anteproyecto, lo cual constituye el objetivo central de la tarea de microsimulación.

Tal como se ha reportado, se ha recalibrado con un especial ajuste de la velocidad. Un elemento que refuerza la elección de este parámetro de calibración es el hecho de que el objetivo central del proyecto es generar un corredor de transporte público que sea rentable y favorezca socialmente a muchos usuarios, mediante un aumento de la velocidad comercial de los buses debido a la alta tasa de ocupación de los mismos. Esto redundará directamente en las demoras de los usuarios y por otro lado un cambio en la velocidad del transporte privado es un buen indicador para cuantificar el efecto sobre otros usuarios.

Así, en lo que respecta al proceso de calibración, se obtuvo buenos indicadores de los parámetros de ajuste, tal como se presenta a continuación.

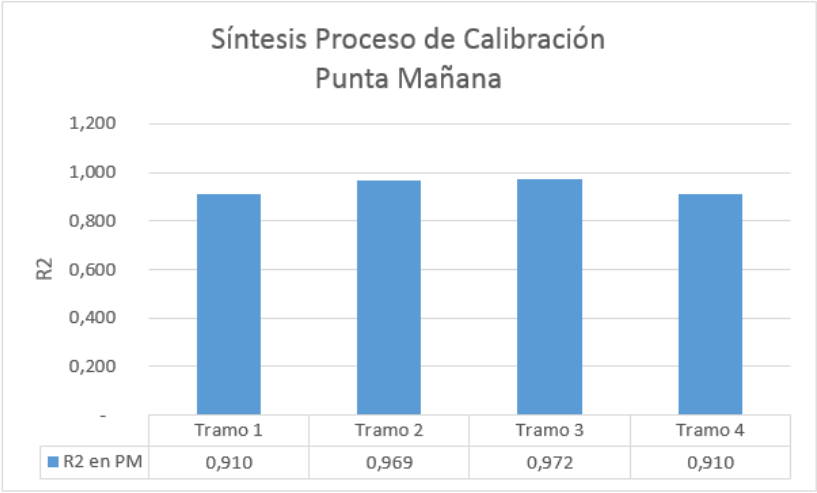


Figura 10.1 Síntesis Bondad de Ajuste Parámetro R² (PM)

Fuente: Elaboración propia

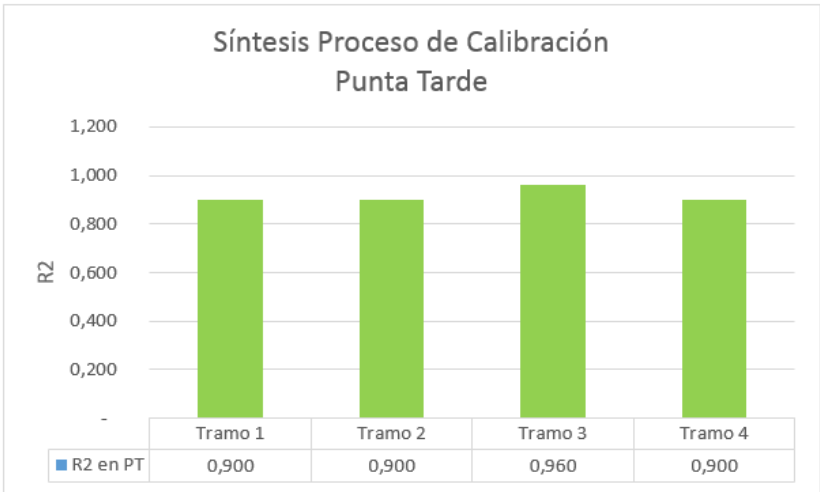


Figura 10.2 Síntesis Bondad de Ajuste Parámetro R² (PT)

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el uso de los modelos de microsimulación de tránsito se espera sean de gran utilidad en la definición de los diseños operacionales y geométricos finales del Anteproyecto del Eje Urbano Alameda-Providencia, los cuales permitirán estimar los beneficios del proyecto para su Evaluación Social.

11.ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS

AIMSUN – Programa de microsimulación de tránsito (de la empresa TSS)

CITRA – Metodología de cálculo de capacidad de paraderos de autobuses (DTPM)

DTPM – Directorio de Transporte Público Metropolitano

DUAP – Diseño Urbano Alameda-Providencia

EPEV – Estación de Pago Extra Vehicular

FP – Periodo Fuera de Punta

GORE – Gobierno Regional Metropolitano de Santiago

ID – Identificador (código)

OD – Origen y Destino

OP – Sentido Oriente-Poniente

PM – Punta Mañana (periodo de máxima demanda en la mañana)

PMTS 2025 – Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025

PO – Sentido Poniente-Oriente

PT – Punta Tarde (periodo de máxima demanda en la tarde)

SECTRA – Secretaría de Planificación de Transporte

SEREMITT – Secretaría Regional Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones

Transantiago – Sistema de Transporte Público de Santiago

Transyt – Programa mesoscópico de simulación de tránsito (de la empresa TRL Limited)

TRL Limited – empresa que desarrolla el programa Transyt

TSS – Transport Simulation Systems (empresa que desarrolla el programa Aimsun)

UOCT – Unidad Operativa de Control de Tránsito

12. BIBLIOGRAFÍA

Nueva Alameda Providencia. Paseo Cívico Metropolitano. Paisaje de agua, sombra y movilidad (2016). Lyon Bosch, Martic.

Manual del usuario de Aimsun (2015). TSS-Transport Simulation Systems.

Transantiago. Consultas a través del servicio web. <https://www.transantiago.cl/>

Análisis comparativo de Metodologías de Modelación de Nivel Táctico (2014). Sectra.

Nueva Alameda Providencia. Proyecto de reforma urbana (2015). Web. Gobierno Regional Metropolitano de Santiago.

Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025 (2013). Web. Subsecretaría de Transportes. Región Metropolitana de Santiago

Diseño urbano Alameda Providencia. Estudios de base de transporte. Catastros (2016). Trabajo de campo. Elaboración propia

FERNANDEZ, R. *Parallel Stop Simulation PASSION* (2007). Universidad de los Andes.

Semaforización del eje Alameda Providencia. Situación actual (2016). Unidad Operativa de Control de Tránsito UOCT.

Metodología CITRA para el cálculo de capacidad de paraderos de transporte público (2016). CITRA

FERNANDEZ, R. *Elementos de la Teoría del Tráfico Vehicular* (2011). Fondo Editorial

Velocidades de los buses de Transantiago en el eje Alameda Providencia (2016). DTPM

Velocidades de los vehículos privados en el eje Alameda Providencia (2017). Trabajo de campo. Elaboración propia

Modelo estratégico del proyecto Nueva Alameda Providencia (2016). Elaboración propia

